Metall. 150 P

Die Anwendung

des

Erd- oder Bergbohrers

zur

Aufsuchung nützlicher Mineralien,

als Bausteine, Kalk, Stein- und Braunkohlen, Steinsalz u. dergl. m.,

zum

Schürfen oder zur Erforschung der Erzlagerstätten,

zum

Erbohren von artesischen Brunnen, von Senkbrunnen und von Salzquellen; zur Verschaffung von Wasser- und Wetterlosung in den Grubenbauten und Steinbrüchen, wie auch zur Erforschung des Grundes für ökonomische und bauliche Zwecke, und endlich zum Sprengen von Felsen unter dem Meeresspiegel.

Von

J. Degousée,
Civil-Ingenieur.

Mit Benutzung der neuesten Belehrungen und Anweisungen von Amedée Burat.

Aus dem Französischen.

Mit 25 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg,
Druck und Verlag von Gottfr. Basse.
1851.

Die Anwendung

des

Erd- oder Bergbohrers

zur

Auffindung nützlicher Mineralien,

(Bausteine, Kalk, Stein- und Braunkohlen, Steinsalz u. dergl. m.)

zum

Bohren oder zur Erforschung der Erzlagerstätten,

zum

[illegible]

von

H. Degousée,

[illegible]

[illegible]

Aus dem Französischen.

Quedlinburg.

Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1851.

Vorrede.

Seitdem die Kunst des Abbohrens, in Folge der von der Société d'encouragement im Jahre 1818 erhaltenen Anregung, die betretene Bahn der Vervollkommnung so rasch durchlaufen hat, sind namentlich in Frankreich zahlreiche Werke erschienen, um ihren Aufschwung zu befördern, ihre Theorie aufzuklären, ihre Fortschritte festzustellen und die ihr eigenthümlichen Verfahrungsarten gemeinnützig zu machen.

Im Jahre 1821 gab Herr Garnier, damals Berg-Ingenieur zu Arras, seinen Traité des puits artésiens heraus, der damals als ein vollständiges Handbuch des Brunnenbohrens betrachtet werden konnte und den von der Société d'encouragement ausgesetzten Preis erhielt. Eine deutsche Uebersetzung von Waldauf von Waldenstein erschien 1824 in Wien, und auch das Original erlebte mehrere Auflagen und rechtfertigte seinen Erfolg durch die wesentlichen Dienste, welche es dieser aufblühenden Industrie leistete.

Im Jahre 1822 gaben die Herren Cuvier und Brongniart ihre geologische Beschreibung der Umgegend von Paris heraus, und dieses Werk, durch die später ausgeführten Arbeiten des Herrn de Senarmont in den Departements de la Seine, de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, und des Herrn d'Archiac in dem Departement de l'Aisne vervollständigt und in mehreren Punkten berichtigt, dient noch immer als geologischer Führer beim Aufsuchen artesischer Brunnen im Pariser Becken.

Im Jahre 1828 entwarf der Vicomte Héricart de Thury, welcher zuerst die öffentliche Aufmerksamkeit auf die Anwendung des Erdbohrers gelenkt hatte, im Namen der Société d'agriculture das Programm für die Preisbewerbung, welche diese Societät zur Beförderung der Kunst des Abbohrens und ihrer Verallgemeinerung in Frankreich eröffnete. Der gelehrte Verfasser gab diesem Programm allgemeine Bodendurchschnitte bei und bezeichnete zugleich die Gebirgsformationen, in denen man mit Aussicht auf Erfolg springende Quellen suchen könne.

Im Jahr 1829 legte Herr de Thury den Ingenieurs neue Betrachtungen über die günstigen Bedingungen für das Bohren artesischer Brunnen vor und empfahl ihnen die wichtige Vergleichung der Höhe des Punktes, wo sie sich ansetzen, und derjenigen der Köpfe, deren Schichten

sie zu durchsinken haben. Auch gab er die Geschichte der Arbeiten dieser Art, welche damals in mehreren Departements mit Erfolg ausgeführt worden waren. Diese Betrachtungen erschienen 1833 in Coblenz von C. W. Frommann in deutscher Uebersetzung.

Auch die Herren Flachat, welche auf der Ebene von Saint-Ouen mit ausgezeichnetem Erfolg in der Basis der tertiären Formation springendes Wasser erbohrt hatten, machten im Jahr 1829 die wichtigen Modificationen bekannt, die sie an den Bohrapparaten angebracht hatten, und bald ging ein Theil derselben in die Praxis über, der, ungeachtet der bedeutenden Fortschritte, welche die Kunst des Abbohrens seitdem erfahren hat, noch unvergessen ist.

Im Jahr 1830 durchsank Herr Degousée zum ersten Mal bei Tours die Kreide und hatte das Glück, im Grünsande der Glauconiespringendes Wasser zu erbohren, wodurch die wissenschaftliche Voraussicht auf eine glänzende Weise bestätigt wurde. Später gab Herr Desjardins eine interessante Beschreibung des Bodens der Touraine heraus.

Im Jahr 1833 erschien eine Abhandlung des Herrn J. Burat, allgemeine Notionen der angewandten Geologie hinsichtlich des Aufsuchens unterirdischer Gewässer und eine Zusammenstellung der damals in den verschiedenen Formationen ausgeführten Bohrarbeiten enthaltend.

Die schönen schon mit Hülfe des Erdbohrers erlangten Resultate und die so rasche Verbreitung, welche die Kunst des Abbohrens unter den Händen einiger Ingenieurs erfahren hatte, lenkte bald die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf diesen Gegenstand, und unter Andern rückte Herr Arago im Jahr 1835 ins Annuaire du Bureau des Longitudes eine treffliche Abhandlung ein, welche eine mächtige Anregung zur Unternehmung von Bohrarbeiten gab. In derselben entwickelte er die rationelle Theorie der artesischen Brunnen, gab einen geschichtlichen Ueberblick derselben und bereicherte die Praxis mit einer Menge neuer und interessanter Thatsachen, indem er zugleich eben so klar als bestimmt die eigentliche Theorie der springenden Quellen begründete.

Im Jahr 1838 beschrieb Herr Degousée, auf Veranlassung von Seiten der Direction der öffentlichen Arbeiten, in den Annales des mines seine neuen Abbohrwerkzeuge und die verschiedenen Verfahrungsarten beim Einziehen der Röhren. Herr Leplay, Oberbergingenieur, beschrieb im Jahr 1841 das sinnreiche Wechselstück mit Schieber des Herrn von Oeynhausen, und in dem nämlichen Jahre beschrieb Herr Degousée in demselben Journale die hölzernen Bohrstangen, die hohlen eisernen Bohrstangen und den äquilibrirenden Schwengel.

Im Jahr 1840 gab Herr Viollet eine Theorie der artesischen Brunnen heraus, die mehrere, noch zweifelhaft gebliebene Fragen aufklärte.

Dieses Werk wurde mit Vermehrungen ins Deutsche übergetragen von Dr. Bruckmann und ist zu Ulm im Jahr 1841 erschienen.

In seinem Traité sur la géologie appliquée au traitement des minéraux utiles, welcher im Jahr 1844 erschien, hat Herr A. Burat ein besonderes Capitel der Beschreibung der Abbohrwerkzeuge des Herrn Degousée gewidmet, und auch sein neuestes Werk, Traité sur les gîtes métallifères, ist eins von denen, aus welchen die mit Bohrarbeiten beschäftigten Ingenieurs nützliche Nachweisungen schöpfen können.

Auch der Oberbergingenieur Herr Combes hat seinen Cours d'exploitation herausgegeben, und der dieses wichtige Werk begleitende Atlas enthält Beschreibungen von Bohrapparaten, wie sie sowohl in Frankreich, als im Auslande angewendet werden.

Zu diesen zahlreichen Arbeiten, unter welchen die geologische Karte Frankreichs der Herren Elie de Beaumont und Dufrénoy einen ausgezeichneten Rang einnimmt, muß man noch die Berichte über die Arbeiten der Bergingenieurs hinzurechnen, deren 12, bereits seit dem Jahre 1830 auf Befehl des Herrn Legrand, Generaldirectors des Brücken- und Wegebaues, herausgegebene Bände eine vollkommene Statistik des Mineralreichthums Frankreichs darbieten. Hierher gehören auch die trefflichen Arbeiten der Herren Sauvage und Buvignier für das Departement der Ardennen, des Herrn Thiriat für das Departement Haute-Saône, des Herrn Senarmont für die Departements Seine, Seine-et-Oise und Seine-et-Marne, des Herrn Blavier für das Departement Mayenne, des Herrn Hérault für das Departement Calvados, des Herrn Laynières für das Departement Aube, des Herrn Triger für das Departement Sarthe, des Herrn d'Archiac für das Departement Aisne u. s. w.

Aus dieser flüchtigen Uebersicht der im directen oder indirecten Interesse der Kunst des Abbohrens erschienenen Schriften ergiebt sich, daß es an Schriftstellern nicht gefehlt hat, um diese Kunst zu befördern und ihre Fortschritte aufzuzeichnen; aber diese Fortschritte sind so zahlreich und so rasch gewesen, daß nach und nach die Bücher unzulänglich wurden, die man zur Zeit ihres Erscheinens als die vollständigsten betrachten mußte. Daraus geht hervor, daß die Unternehmer oder die Eigenthümer, welche Bohrarbeiten ausführen wollen, genöthigt sind, eine große Menge von Büchern sich anzuschaffen, in welchen die Auskünfte, nach welchen sie suchen, nur unvollständig und gelegentlich bei Arbeiten größeren Umfanges mitgetheilt sind; und wenn sie nun mit großer Mühe voluminöse Bibliotheken durchsucht haben, so befinden sie sich dennoch in der Nothwendigkeit, noch den Rath von Ingenieurs in Anspruch zu nehmen, welche sich ganz speciell mit diesen Arbeiten zu beschäftigen pflegen.

In unsern technologischen Werken besteht deßhalb in dieser Hinsicht eine Lücke, die wir jetzt auszufüllen versuchen wollen, indem wir in einem einzigen Bande die in einer großen Zahl von Werken zerstreuten Documente vereinigen, dieselben in mehreren Punkten zugleich vervollständigen und indem wir das neueste Werk des Herrn Degousée: Guide du Sondeur ou Traité théorique et pratique etc., sowie die Géologie appliquée des Herrn Amedée Burat zu Grunde legen, zum ersten Mal die Regeln für die Handhebung der Werkzeuge aufstellen, indem wir eine ausführliche Beschreibung derselben, sowie der Modificationen geben, welche sie, je nach der Beschaffenheit der zu durchsinkenden Gebirgsformation, erfahren müssen. Um den Titel dieses Buches zu rechtfertigen, welches einen Führer in dem praktischen Betriebe des Abbohrens abgeben soll, wollen wir die Unglücksfälle anführen, welche sich bei dieser Arbeit ereignen können und ebenso auch die Mittel, ihnen abzuhelfen. »Eine achtzehnjährige ununterbrochene Praxis, sechshundert größere Bohrarbeiten, die in verschiedenen Localitäten ausgeführt worden sind, und über zweitausend kleinere Bohrversuche zur Erforschung des Bodens,« sagt Herr Degousée, »haben uns wohl in den Stand gesetzt, alle Umstände kennen zu lernen, welche bei der Arbeit des Abbohrens nur vorkommen können. Indem wir es uns zur Aufgabe machen, die jetzt gebräuchlichen Werkzeuge und Methoden zu beschreiben, werden wir auch diejenigen erwähnen, deren man sich früher bediente, und dabei die Motive ihrer verschiedenen Verbesserungen angeben. So hoffen wir, denjenigen Personen, welche Bohrarbeiten selbst dirigiren wollen, die kostspieligen Versuche zu ersparen, die wir selbst gemacht haben; ihnen die Mittel an die Hand zu geben, ununterbrochene Arbeiten zu benutzen, indem sie die Unglücksfälle wiederherstellen, welche aus dem Zerbrechen der Werkzeuge, aus dem Einsturz des Gebirges und dem Einklemmen desselben, aus der Abweichung des Bohrloches von der verticalen Linie und aus der Zerreißung der Sicherheitsröhren entspringen; und sie endlich gegen die Verluste an Zeit und Geld sicher zu stellen, die nur zu häufig entmuthigen und das Aufgeben von Arbeiten zur Folge haben, denen weiter nichts fehlt, um einen reichen Ersatz für schon gebrachte Opfer zu gewähren, als daß man sie gehörig beendigt.«

Auf den ersten Seiten dieses Buches haben wir eine summarische Uebersicht der theoretischen Elemente und der Geschichte des Abbohrens gegeben. In dieser gewissermaßen nothwendigen Einleitung haben wir bei aller Kürze keinen wesentlichen Punkt übergangen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß diese flüchtige Uebersicht der theoretischen Grundsätze, welche für die Kunst des Abbohrens die Grundlage abgeben, diejenigen, welche diese Kunst ausüben wollen, nicht vom gründlichen Studium der speciellen Wissenschaften entbinden kann, denen wir sie entlehnt haben.

Alsdann wurden die nothwendigen Kenntnisse angegeben, die einer, der Bohrarbeiten dirigiren will, nicht entbehren kann.

Hierauf folgt nach Herrn Degousée die Beschreibung aller Werkzeuge nebst deren Zubehör und der Preisangabe der verschiedenen Bohrapparate, vom kleinsten, wie man ihn zur Erforschung des Bodens anwendet, bis zu demjenigen, welcher durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird.

Es werden nun die verschiedenen Methoden, Röhren in die Bohrlöcher einzuziehen und Unglücksfälle auszubessern, angegeben. Mehrere dieser Operationen sind aus einem Bohrjournal Degousée's entnommen und zeigen ausführlich den Gang der Arbeiten in den verschiedenen Formationen an, ferner die eingetretenen Unglücksfälle, die Art und Weise, wie dieselben ausgebessert worden sind, und die Vorsichtsmaßregeln, welche man anwenden muß, um dieselben zu vermeiden.

»Wir haben uns,« sagt Degousée, »vor keinem Detail scheuen zu müssen geglaubt, weil diejenigen, welche arbeiten, in der Regel wenig schreiben; als Praktiker haben wir es für nothwendig erachtet, uns in Erläuterungen einzulassen, die gewisse Personen für überflüssig halten werden, die aber der Arbeiter, wenn er sich in der Verlegenheit befindet, zu schätzen wissen wird. Wir haben deßhalb eine große Menge von Unglücksfällen beschrieben, die uns beim Abbohren begegnet sind, und zugleich angegeben, wie wir uns dabei geholfen haben. Auf diese Weise ersparen wir Andern fruchtlose Versuche, die wir alle in Anwendung gebracht haben, ehe wir zum richtigen Mittel gelangten. Wir haben auch die Beschreibung einiger mathematischen Instrumente gegeben, die bei den Bohrarbeiten von häufiger und unerläßlicher Anwendung sind, um sich genau Rechenschaft über die ausgeführten und noch auszuführenden Arbeiten zu geben. Wir haben diese Instrumente auf den Rath des Geniecommandanten Herrn Leblanc zuerst bei dieser Art von Arbeiten in Anwendung gebracht.«

»Zum Schluß sind noch die Mittel angegeben worden, wie man die artesischen Brunnen wiederherstellt, wenn ihr Ergebniß abnimmt, auch sind die Vorsichtsmaßregeln angedeutet, die getroffen werden müssen, damit die Senkbrunnen ununterbrochen ihren Dienst leisten und sich nicht verstopfen.«

Erstes Capitel.

Kurze Geschichte und Theorie der Anwendung des Bergbohrers.

Schon seit den ältesten Zeiten war es die Praxis, welche die Menschen auf die Anwendung dieses merkwürdigen Werkzeuges brachte, mit welchem sie die Erdrinde durchbohren, an die Oberfläche des Bodens Proben der in ihren Tiefen angebohrten Mineralien bringen und die geologischen Schichten der verschiedenen Gebirgslager mit einander vergleichen können. Die Praxis allein ist es gewesen, welche bei mehreren Völkern die merkwürdige Kunst des Abbohrens artesischer Brunnen hervorgerufen und bis auf unsere Zeiten erhalten hat; sie war es, die in China, in Syrien, in Aegypten, in Oberitalien und in der alten französischen Provinz Artois jene künstlichen Brunnen erbohrt hat, die seit mehreren Jahrhunderten fortwährend ihre Wässer ergossen haben. Wenn aber der Theorie in der Erfindung des Erdbohrers die Praxis vorangegangen ist, so hat sie doch nach der Zeit sich den ersten Rang wieder errungen, und unser Jahrhundert verdankt ihr die Ehre, die Kunst des Abbohrens zum zweitenmal erfunden oder im eigentlichen Sinne wirklich hervorgerufen zu haben. Sie war es nämlich, welche die Gesetze der Hydraulik aufstellte, die Meteorologie schuf, die charakteristischen Formen der Erdrinde entdeckte und dadurch die Erscheinungen erklärte, welche man dem Zufall zuschrieb, Verfahrungsarten verallgemeinerte, welche in einzelnen Cantons bloß bekannt geworden waren, und auf die furchtsamen Versuche eine vorsichtige Thätigkeit eintreten ließ, mit einem Worte, den Erdbohrer aus den Händen der mechanischen Arbeiter nahm und ihn in diejenigen der Ingenieurs legte, die also eine örtliche, blinde und unsichere Routine zur Würde einer wirklichen Kunst, einer allgemeinen und rationellen Kunst erhob, welche sich selbst den Weg bahnt.

Diese Umwandlung wurde vor unsern Augen mit einer merkwürdigen Geschwindigkeit bewerkstelligt, und hauptsächlich Frankreich darf die ganze Ehre davon in Anspruch nehmen. Es sind kaum einige dreißig Jahre her, daß der Bergbohrer noch das war, wozu ihn die Brunnenbohrer der Grafschaft Artois und diejenigen des oberen Italiens durch eine lange Praxis gemacht hatten, und seine Anwendung, weit entfernt, sich in andere Länder zu verbreiten, schien beinahe in Vergessenheit zu gerathen in denen, welchen er seinen Ursprung verdankte, als Gesellschaften, die in Paris zusammen traten, um den Ackerbau und die Industrie zu befördern, es unternahmen, eine so nützliche und so vernachläßigte Kunst zu entwickeln. Es wurden für diesen Zweck Preisfragen aufgestellt, berühmte Gelehrte schaarten sich um diesen Gedanken, schrieben Abhandlungen und theoretische Anweisungen, auch geschickte Ingenieurs traten hinzu, und bald wurde der Gebrauch des Erdbohrers nicht bloß

in Frankreich, sondern bei allen Völkern Europas, bis nach Afrika und bis in die sogenannte neue Welt verbreitet.

Dieser mächtige Impuls, den die Theorie der Anwendung des Erdbohrers gab, hat mächtig auf die Praxis eingewirkt; bei den vielen Bohrlöchern, welche an so vielen entfernten Punkten und unter so verschiedenen Umständen niedergetrieben wurden, sind neue Bedingungen zu Tage gekommen, unvorhergesehene Zufälle haben sich ereignet und dazu beigetragen, die Form der Werkzeuge, wie auch die Anwendung derselben, zu verändern. So oft der Erdbohrer, nachdem ein neuer Punkt der Erdrinde durchsunken war, wieder an die Oberfläche kam, erhielt er auch irgend eine neue Verbesserung, und so wurde er nach und nach in ein bewundernswerthes Werkzeug umgewandelt, welches den verschiedensten Bedingungen entsprach; sein Schaft hat riesenartige Dimensionen erlangt, und mit dem Ende desselben konnte man in einer Tiefe von mehreren hundert Metern Röhren abschneiden, Schrauben auf- und zuschrauben, verloren gegangene Werkzeuge ergreifen und endlich Arbeiten vollenden, die ebenso verwickelt sind, wie diejenigen, welche der Schmied und der Kupferschmied auf ihrem Ambosse ausführen.

Aber nun entsteht die Frage, woher kommt das Wasser, welches auf der Oberfläche der Festländer und im Innern des Bodens circulirt? Durch welche Art der Versorgung speist es unablässig die unterirdischen Behälter? Endlich durch welche Kraft wird es nach der Oberfläche hin in das Becken der Quellen und in die Betten der Flüsse getrieben? Dieses sind die Fragen, welche sich bei der natürlichen Versorgung mit süßem Wasser aufdrängen und welche auf drei Hauptpunkte hinauslaufen:

Der erste bezieht sich auf den Ursprung der Gewässer, der zweite auf die Anordnung der unterirdischen Wege, oder, um uns deutlicher auszudrücken, auf die festen Behälter, in welche sie ergossen werden, und der dritte auf die Kräfte, durch welche die in diese Behälter ergossenen Gewässer sich darin bewegen und vertheilen.

Ohne uns auf die verschiedenen Hypothesen einzulassen, durch welche die Naturforscher früherer Zeiten diese Fragen zu beantworten suchten, wenden wir uns gleich zu der Theorie, welche die neueren Naturforscher über diese wichtigen Erscheinungen auf eine höchst befriedigende Weise aufgestellt haben. Nach dieser Theorie werden die aus dem Meer geschöpften und durch die Sonnenwärme destillirten Gewässer als Dämpfe in der Atmosphäre verbreitet, fallen in Gestalt von Regen, Schnee, Nebel oder Thau auf die ganze Ausbreitung der Festländer herab, bleiben zum Theil auf ihrer Oberfläche in den Magazinen der Gletscher, fließen zum Theil in den durchgängigen Schichten weiter, die sich krümmen und wieder zu Tage ausgehen, steigen zwischen denselben vermöge ihrer Schwere nieder, bewegen sich und steigen wie in Hebern wieder empor. Die Wärme bewirkt also als einziges Agens die Versorgung mit süßem Wasser; eine einzige Kraft, die Schwerkraft, genügt zu ihr r Vertheilung, und wir erkennen auch hier die majestätische Einfachheit der Natur, die sich immer ökonomisch in der Anwendung der Mittel und unerschöpflich in der Mannichfaltigkeit der Resultate erweist.

Wie ist es nun gekommen, daß eine so einfache Idee, die sich

so natürlich dem Geiste der Alten darbot, daß mehrere, unter andern Vitruvius, sie ganz bestimmt aussprachen, nicht schon von vorn herein allgemeine Annahme gefunden hat? Dieses läßt sich ganz leicht erklären. Wenn man die drei Elemente der Aufgabe nach einander erwägt, in wiefern sie sich auf die Meteorologie, auf die Geologie und auf die Hydrostatik beziehen, so wird man finden, daß in Betreff aller dieser Punkte den ersten Beobachtern die wesentlichsten Kenntnisse fehlten, so daß sie durch unübersteigliche Schwierigkeiten nach andern Erklärungen hin gedrängt wurden.

Die Verdunstung ist eine Erscheinung, welche sich unsern Sinnen entzieht und welche nur durch die feinsten Verfahrungsarten der pneumatischen Physik gemessen werden kann. Wie wären also die ersten Naturforscher im Stande gewesen, dieser Ursache, deren Existenz sie kaum vermutheten, diese erstaunliche Arbeit zuzuschreiben, welche darin besteht, die Wassermassen im Meere zu schöpfen und auf die Berge zu versetzen, von welchen sie dieselben herabfließen sahen? Wenn man die Frage über den ersten Ursprung der süßen Wässer unerörtert läßt, so hätten sie allerdings finden können, sobald sie sich nur darauf beschränkten, die Quantität des Regenwassers zu messen, daß es zur Unterhaltung der Quellen reichlich ausreichend ist; aber diese Meßoperation konnte nur wenigen Beobachtern einfallen, und hätten sie dieselbe auch wirklich ausgeführt, so hätte eine zweite Schwierigkeit, in Bezug auf den geologischen Theil der Aufgabe, sie von der wirklichen Lösung ablenken müssen.

Sie mußten noch erst begreifen lernen, wie das durch sehr wenig durchlassende Schichten an der Oberfläche der Erde zurückgehaltene und oft in sehr großen Ausdehnungen bedeckte Wasser große und tiefe unterirdische Flächen bilden könne. Dieses Räthsel mußte so lange unlöslich bleiben, als man noch nicht bemerkt hatte, daß die Erdrinde von zusammenhängenden, über einander gelagerten Schichten gebildet wird, von denen sich einige krümmen und zu Tage ausgehen, das Regenwasser einsaugen und es so auf große Entfernungen unter den nichtdurchlassenden Schichten fortleiten. Diese geologische Kenntniß, die nur aus einer langen Reihe von Beobachtungen hervorgehen konnte, war den Alten nun gänzlich fremd.

Endlich hätten sie auch noch begreifen müssen, wie das in die Erde gedrungene Wasser sich von selbst wiederum auf die Oberfläche erheben könne. Diese scheinbare Umkehrung der Gesetze der Schwerkraft konnte aber nur durch die hydrostatischen Grundsätze erklärt werden, deren Erläuterung erst im siebzehnten Jahrhunderte gelang.

So kam es, daß die natürlichste Vorstellung lange Zeit die unwahrscheinlichste bleiben mußte, und alle Hülfsmittel der vorgeschrittensten Wissenschaft waren erforderlich, um die Theorie der Versorgung mit frischem Wasser auf ihre dreifache physische, geologische und mechanische Grundlage zu stellen. Wie dieses Resultat endlich erlangt worden ist, soll jetzt erläutert werden.

Einestheils die Quantität des durch die Verdunstung aus dem Meere geschöpften Wassers, anderntheils diejenige zu schätzen, welche die Flüsse dem Meere zusenden, dann die Ergebnisse dieser doppelten Messung mit einander zu vergleichen, darauf reducirt sich die Erörterung der meteorologischen Aufgabe. Wenn die erste Zahl die zweite hinlänglich

übertrifft, so daß der Ueberschuß die Quantität des Regens darstellen kann, welche direct ins Meer fällt, ferner diejenige, welche in die Atmosphäre zurückkehrt, ohne in die Flüsse zu gelangen, und endlich diejenige, welche von den organischen Geschöpfen consumirt wird, so leuchtet es aufs Deutlichste ein, daß man das Versorgungsmittel der Quellen nirgends anders, als im Regenwasser zu suchen habe, und es bleibt nur noch übrig, die Gesetze seiner Vertheilung aufzufinden. Das Ausmessen einiger großen Ströme, das in verschiedenen Ländern ausgeführte Messen des gefallenen Regens und das direkte Messen der Verdunstung des Meeres liefern die Elemente dieser einfachen Rechnung, die man auf verschiedene Weise anstellen kann, indem man entweder die ganze Oberfläche der Erdkugel umfaßt, oder die Frage auf einen mehr oder weniger großen Theil dieser Oberfläche beschränkt. Einige Beispiele, aus der Geschichte der Physik entnommen, werden einen Begriff von dem Verfahren geben, welches man bei dieser Erörterung befolgt hat.

Angenommen, sagt der Verfasser einer dieser Berechnungen, das Meer bedecke die eine Hälfte der Erdoberfläche, und die andere Hälfte werde von den Festländern und den Inseln eingenommen, so erhalten wir, wenn von der experimentalen Angabe Halley's ausgegangen wird, daß das Meerwasser täglich einen Kubikzoll Wasser auf einer Oberfläche von 10 Quadratzollen verdunstet, 33 Millionen Tonnen Wasser auf einen Quadratgrad und für die ganze Oberfläche des Meeres täglich 47000 Milliarden Tonnen. Wie viel liefern nun täglich die Flüsse? Um dieses zu berechnen, wollen wir von einer Messung des Po ausgehen, die nach einer genauen Ausmittelung 4,800000 Kubikklaftern beträgt. Um von dieser Zahl zu derjenigen zu gelangen, welche den Inhalt aller Flüsse ausdrückt, wollen wir annehmen, was ziemlich wahrscheinlich ist, daß die Wasserlieferung eines jeden großen Stromes im Verhältnisse stehe zur Oberfläche seines Bettes; das Bette des Po beträgt nun eine Fläche von 45600 italienischen Quadratmeilen, welche, verglichen mit der Gesammtoberfläche des Festlandes, dem Erguß aller Flüsse einen 1814 Mal größeren Werth als denjenigen zuweist, den wir so eben dem Po gegeben haben. Das Meer würde also von allen Flüssen der Erde täglich ungefähr 9 Milliarden Kubikklaftern erhalten, ein Ergebniß, weit unter demjenigen stehend, welches die Verdunstung des Meeres ausdrückte.

Eine Berechnung derselben Art wurde von Halley ausgeführt, indem er bloß das Becken des Mittelmeeres berücksichtigte. In dieses Meer, sagt er, ergießen sich fünf bedeutende Flüsse, der Ebro, die Rhone, die Tiber, der Po und der Nil. Angenommen nun, um alle andern Ströme, die sich in dasselbe Meer ergießen, in Rechnung zu bringen, daß jeder jener fünf Hauptströme zehnmal mehr Wasser liefere, als die Themse, welche täglich 20 Millionen Tonnen dem Meere zuführt, so würde die Quantität süßes Wasser, welche täglich dem Mittelmeere zugeführt wird, eine Milliarde Tonnen betragen. Diese Quantität nun ist aber erst der fünfte Theil dessen, was das Mittelländische Meer in derselben Zeit durch die Verdunstung verliert. Dieses große Meeresbecken würde also bald trocken liegen, wenn ein großer Theil der Dünste, die sich aus demselben erheben, nicht direct in dasselbe zurückfiele, und wenn das schwarze Meer und das Atlantische nicht den Ueberschuß ihrer

Gewässer durch Erzeugung von Strömungen in dasselbe ergössen, wie man sie in den Meerengen von Gibraltar und zwischen den Dardanellen bemerkt, und wenn nicht endlich auch die auf den Festländern von den Gebirgsschichten aufgesogenen Wässer auf unterirdischen Wegen demselben wieder zugeführt würden. Die Rechenkunst, indem sie abermals die neue Theorie bestätigte, rechtfertigte zu gleicher Zeit die geographischen Beobachtungen. Dabei läugnen wir keineswegs, daß die zahlreichen Berechnungen dieser Art, welche mehrmals und häufig mit zu viel Uebereilung ausgeführt worden sind, manchmal widersprechende Ergebnisse geliefert haben. Dieses begegnete z. B. Gualtieri, als er die Quantität des in Italien fallenden Regens mit dem Ergebniß seiner Flüsse verglich. Indem er die ganze Oberfläche der Halbinsel in ein rechtwinkliges Viereck von 600 Meilen Länge und 120 Meilen Breite verwandelte, schätzte er den gefallenen Regen auf 2700 Milliarden Kubikfuß und setzte das Ergebniß der Flüsse demjenigen eines Kanales gleich, welcher 1250 Fuß breit und 15 Fuß tief ist, der jährlich 522 Milliarden Kubikfuß oder mehr als das Doppelte dessen liefert, was der Regen in derselben Zeit ergeben würde. Aber man bestritt mit Recht die Regenmessung Gualtieri's, die nicht mehr als 19 Zoll betragen sollte, während genaue Messungen der Meteorologen zu Pisa und zu Padua über 40 Zoll ergaben. Man fragte ihn auch, auf welchem Grund er diesen hypothetischen Kanal construirt habe, welcher dem Gesammtdurchschnitt der italienischen Flüsse gleichkommt. Das abnormale Ergebniß seiner Berechnung diente endlich bloß zum Beweis, daß man nur dann zu schlußgerechten Zahlen gelangen werde, sobald man sich auf positive Angaben stützen, die Hypothesen ausscheiden und die Berechnung auf Localitäten von geringer Ausdehnung beschränken werde.

Dieses that nun Mariotte, indem er die Frage, nach Perraults Vorschlage, auf das Bette der Seine beschränkte und die Quantität Regen, welche jährlich auf die obere Fläche dieses Bettes bis nach Paris fällt, mit der Quantität Wasser verglich, welche durch den Pont-Royal fließt, wo er dann fand, daß das Ergebniß der Seine nur den sechsten Theil des Regenwassers beträgt, welches in den oberen Theil des Flußbettes fällt. Die Berechnung Mariotte's ist wieder vorgenommen worden nach weit genaueren Angaben von einem Ingenieur der jetzigen Zeit, Herrn Dausse, und hat folgendes Resultat geliefert: das Seinebecken bis nach Paris hat 4,327000 Hektaren Oberfläche; das Wasser, welches in dieses Becken fällt, wenn es nicht verdunstete, wenn es nicht in den Boden dränge, wenn die Boden-Oberfläche überall horizontal wäre, würde nach Verlauf eines Jahres eine Wasserschicht von 53 Centimeter Höhe bilden, und daraus ergiebt sich, daß diese Schicht ein Volumen von 22933 Millionen Kubikmeter Wasser haben würde. Nun beträgt das jährliche Ergebniß der Seine am Pont-Royal nur 8042 Millionen Kubikmeter. Diese letztere Zahl ist also ungefähr der dritte Theil der ersteren. Das Wasservolumen, welches jährlich durch Paris fließt, beträgt also nur den dritten Theil von demjenigen, welches oberhalb Paris als Regen in dieses Bett fällt. Zwei Drittel dieses Regens kehren entweder durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück, oder werden zersetzt, um dem organischen Leben die Elemente zu liefern,

welche dasselbe consumirt, oder ergießen sich durch unterirdische Wege in das Meer.

Die Berechnung, von welcher Mariotte ein Beispiel gegeben hatte, ist anwendbar auf die schwächsten Quellen, wie auf die größten Flüsse, und es gehören dazu, wie man sieht, nur drei ganz einfache Operationen, eine Regenmessung, eine Flächenmessung und eine cubische Wassermessung, dabei gestattet es, sehr genaue Zahlen mit einander zu vergleichen; auch hat man das Verfahren mehrmals wiederholt und immer hat es unsere Theorie bestätigt, indem es scheinbare Anomalien beseitigte, welche durch vage Schätzungen entstanden waren. Dieses ist z. B. allemal der Fall gewesen, so oft man mit Schärfe einen Einwand erörterte, den die Anhänger der Theorie von Descartes häufig vorbrachten und der sich auf die Gegenwart reicher Quellen stützte, welche, wie man sagte, sich sogar auf dem Gipfel einiger Berge befänden. Unser Montmartre-Hügel hat in dieser Polemik eine Rolle gespielt und zwar in folgender Art: es befand sich auf diesem Hügel eine Quelle, welche nur 16 Meter unter dem höchsten Punkte desselben entsprang. Das Regenwasser, sagte man, kann eine so gelegene Quelle nicht beständig unterhalten, und man muß auf die Dämpfe zurückkommen, welche aus dem Innern der Erde emporsteigen. Bei genauer Untersuchung fand sich indessen, daß derjenige Theil des Hügels, welcher oberhalb der Quelle liegt und der ihr folglich sein Wasser bloß durch innere Ergießung zusenden kann, ungefähr eine Länge von 585 Meter und eine Breite von 195 Meter besitzt. Nun übersteigt das mittlere Volumen des Regens, welcher zu Paris auf einer solchen Erdfläche zwischen dem ersten Januar und dem 31. December fällt, die Quantität Wasser, welche die kleine fragliche Quelle jährlich liefert, um Vieles. Dieselbe Schwierigkeit zeigte sich und verschwand auch vor der genauen Messung bei Gelegenheit einer Quelle der Umgegend von Dijon. Auch hier konnte das Regenwasser, welches auf die Landfläche oberhalb der Quelle fällt, zur Ernährung der Quelle reichlich genügen. Die letzten Anhänger der alten Theorie bezogen sich noch auf den Berg Ventoux im Departement von Vaucluse, wo sich eine Quelle in einer Höhe von 1754 Meter befindet Aber der Gipfel des Berges ist noch um 200 Meter höher, und man konnte die directe Ernährung dieser Quelle recht gut erklären, wenn man ihr Wasserergebniß mit der Quantität Regen, Thau und Schnee verglich, welches auf den oberen Theil des Berges fällt.

Wir wollen noch zum Schlusse dieses Capitels eine Quelle erwähnen, die an der Straße nach Fontainebleau liegt und deren Wasser mittelst der Wasserleitung von Arcueil nach Paris geleitet worden ist. La Hire schätzte das gewöhnliche Ergebniß dieser Quelle auf 50 Brunnenzolle, und seiner Behauptung nach ist die Erdoberfläche, von welcher das Wasser kommen kann, nicht groß genug, um eine solche Quelle zu ernähren, wenn man auch alles Regenwasser in Anschlag bringt und annimmt, daß nichts davon verdunstet. Da diese Behauptung von keiner genauen Berechnung der obigen Erdfläche und des jährlich darauf fallenden Regens begleitet ist, so gehört sie in die Klasse vager Behauptungen, auf welche die Wissenschaft keine Rücksicht nehmen kann. Uebrigens könnte sich eine Thatsache, wie die von La Hire angegebene, darbieten, ohne daß die neue Theorie, welche sich auf die Versorgung mit-

telst Regenwassers gründet, dadurch nur im Geringsten wankend gemacht würde. Es stände alsdann ja nichts im Wege, wenn wir nach den Grundsätzen, die sogleich erörtert werden sollen, annehmen wollten, daß eine solche Quelle nach Art der artesischen Brunnen durch unterirdische Kanäle gespeist werde, die in größerer oder geringerer Entfernung zu Tage gehen.

Die Quantität Wasser, welche durch die Verdunstung in die Atmosphäre emporgehoben worden ist und in Gestalt von Regen, Schnee, Hagel, Thau und Nebel auf die Festländer wieder niederfällt, ist mehr als ausreichend, um die Wasserströmungen zu speisen, welche auf ihrer Oberfläche oder in unterirdischen Höhlen circuliren. Diese so einfache und so fruchtbare Folgerung, wenn man sie mit den schwierigen und verwickelten Systemen zusammenhält, welche die alte Physik nach und nach hervorgebracht hat, bietet einen der Fälle dar, durch welche die Geschichte der Wissenschaften so häufig den Stolz des menschlichen Geistes demüthigt und ihn bekehrt, daß er aus sich selbst nichts von den Planen der Schöpfung wissen kann, daß er, auf seine Hülfsmittel beschränkt, keinen Zutritt zur Wirklichkeit erlangt, und daß er, um die Natur zu erkennen, sich endlich entschließen muß, sie zu befragen, indem er durch Beobachtung aufsammelt, was sie ihn durch ihre Schleier selbst erblicken lassen will. Diese Lehre erhalten wir hier auf eine höchst auffallende Weise: die Lösung der Aufgabe, welche so lange vergeblich gesucht worden war, hing ab von zwei Elementen, von denen das eine sich auf die atmosphärische Verdunstung und das andere auf das Ergießen der Flüsse bezog. Von diesen beiden Thatsachen wurde die erste von den Alten als ganz unbedeutend angesehen; die zweite dagegen stellte sich ihrer Phantasie unter so monströsen Verhältnissen dar, daß sie den Mechanismus zur Hervorbringung derselben nicht verwickelt genug finden konnten. Nun findet aber gerade das Gegentheil statt, und die Beobachtung hat gezeigt, daß man sich doppelt täuschte und daß die Erscheinung, die man nicht einmal in Anschlag zu bringen würdigte, jene um vieles übertrifft, deren Wichtigkeit man übertrieb. Zwei Citate werden diesen doppelten Irrthum zur Genüge darthun. Das erste, welches Herrn Leslie entlehnt ist, thut die in der That erstaunliche Kraft dar, welche zur Bildung der Wolken verwendet wird. Man denke sich, sagt dieser Naturforscher, daß das Wasser, welches jährlich verdunstet, statt in allen Höhen der Atmosphäre vertheilt zu werden, sich sämmtlich erhebt und in einer gewissen mittleren Höhe verweilt. Die jährliche Verdunstung wird in ihren mechanischen Wirkungen auf diese Weise ausgedrückt werden können durch eine bekannte Wassermasse auf eine vertikale, ebenfalls bekannte Höhe emporgehoben. Aber diese Art Arbeit, welche ein Mensch in einem Jahre verrichten kann, ist bestimmt worden, und da ergiebt denn die Vergleichung der beiden Resultate, daß die Verdunstung die Arbeit von 80 Millionen mal Millionen Menschen ausdrückt. Nimmt man nun an, daß die Bevölkerung der Erde aus 800 Millionen Menschen bestehe und daß nur die Hälfte dieser Individuen arbeitsfähig sei, so wird die Kraft, welche die Natur auf die Bildung der Wolken verwendet hat, gleich sein der 200000fachen Arbeit, welche das ganze Menschengeschlecht zu verrichten vermag. Solche Kraft entwickelt ganz geräuschlos die Natur, während die menschliche Wissen-

schaft sich erschöpfte, um den Weg zu entdecken, den das Meereswasser einschlägt, um die Becken der Quellen zu füllen. Und in dem Augenblicke, wo die Systemsucht an einer so großen Erscheinung vorüberging, ohne dieselbe gewahr zu werden, vernehme man, welche phantastische Verhältnisse man ohne alle Veranlassung einer weit bescheideneren Erscheinung beimaß. Man öffne die Geographie des Bernhard Varenius, ein Werk, welches Newton herausgegeben hat und welches zu Ende des siebzehnten Jahrhunderts den Studenten der Universität Cambridge zum Führer diente, und man wird darin finden: »Die Flüsse der ersten Ordnung liefern eine so große Quantität Wasser, daß dasjenige, was jeder derselben dem Meere zuführt, in einem Jahre mehr als das Volumen der ganzen Erde beträgt! . . . . . von solcher Quantität ist das Wasser, welches die Wolga in das Caspische Meer ergießt, so daß es durchaus nothwendig ist, daß das Wasser des Meeres sogleich in die Erde übergehe.« Diese beiden Irrthümer in ganz verkehrtem Sinne und welche die Beobachtung der Thatsachen erst spät berichtigt hat, zeigen zugleich die Schwäche unserer eigenen Begriffe und das Ausbesserungsvermögen der experimentalen Methode.

Aber damit war noch nicht Alles gethan, daß man den Mechanismus begriffen hatte, welcher diese große Erscheinung des beständigen Austausches des süßen Wassers und des Meerwassers hervorbringt, und daß man der atmosphärischen Wärme die Function der Speisung der Quellen zuerkannt hatte, sondern man mußte auch noch das Gesetz der Vertheilung des Regenwassers entdecken. Die Geologie gewährt uns in diesem Betreff positive Belehrung, indem sie uns die Beschaffenheit der Erdrinde kennen lehrt

Auf allgemeine Ausdrücke zurückgeführt, reduciren sich die Grundsätze, welche diese Wissenschaft zur Lösung der vorliegenden Aufgabe darbietet, auf zwei, von denen sich der eine auf die Schichtung der Flötzgebirge und der andere auf ihre Erhebung bezieht. Der erste zeigt uns die Erdrinde zusammengesetzt aus parallelen und fortlaufenden Schichten, welche nach Art einer Mauer durch ganz deutliche Fugen getrennt sind und von den successiven Wasserniederschlägen gebildet worden sind, welche zu verschiedenen Zeitabschnitten die Oberfläche der Festländer bedeckt haben. Der zweite lehrt uns, daß die auf diese Weise regelmäßig in horizont len Schichten übereinander gelagerten Gebirge in Folge successiver Erschütterungen an gewissen Stellen verworfen, gespalten und in Gestalt von Becken oder mehr oder weniger ausgebreiteten Kegeln gekrümmt worden sind. Gleich wie eine steife Pappe, anfangs aus ebenen und übereinander gelagerten Blättern gebildet, durch die Einwirkung äußerer Ursachen uneben wird und Risse bekommt, haben die Flötzgebirge in gleicher Weise ihre ebene Lagerung verloren und bilden da und dort Höhlungen und Höcker, wodurch sie allen Schichten wellenförmige Formen ertheilen. Diese doppelte Thatsache der Continuität der Schichten und ihrer Krümmung giebt den Schlüssel zur vorliegenden Aufgabe. Indem die oberflächlichen Schichten sich durch die Wirkung der Erhebungskräfte aufrichteten, sind sie zerrissen worden, haben den strömenden Wässern einen Theil ihrer Trümmer überlassen und die unteren Schichten bloßgelegt, welche nun an den Abhängen oder in den Vertiefungen der Thäler, wie man zu sagen pflegt, zu Tage ausgehen.

Unter diesen Schichten befinden sich nun welche in verschiedenen Höhen, welche durchlassend sind und mit ihrem Durchschnitt an der Oberfläche des Bodens ausgehen. Diese nun saugen sowohl das Regenwasser, wie die fließenden Gewässer ein, die vermöge ihrer Schwere niedersinken und zwischen zwei undurchlassenden Schichten bis zu verschiedenen Tiefen dringen, folglich bei der Continuität der Schichten unter der Oberfläche des Beckens circuliren. Diese allgemeine Uebersicht giebt schon die geologische Erklärung der Erscheinung, und wir können nun sogleich auf die Darlegung der Gesetze übergehen, nach welchen die Schwerkraft die unterirdischen Gewässer vertheilt, indem sie dieselben in den natürlichen oder künstlichen Brunnen bis zu der Höhe erhebt, wo sie zu Tage kommen. Aber um die allgemeine Theorie des Abbohrens, so weit es hier Noth thut, zu vervollständigen, wird es nicht zwecklos sein, einige Worte zu diesen elementären Erläuterungen hinzuzufügen, während wir in Betreff der geologischen Details auf das folgende Capitel verweisen.

Wenn wir, nachdem die immer sehr dünne Schicht Dammerde, welche den Boden bedeckt, beseitigt worden, tiefer in die Erde eindringen, so finden wir zuerst ein Terrain, aus wenig regelmäßigen Schichten oder Anhäufungen von Sand, von thonigem Lehm, von Kiesel-Geschieben, von Kalktuff und von organischen Trümmern bestehend. Die Zusammensetzung dieser Materialien, ihre Anordnung, ihre Oertlichkeit an den Ufern der Flüsse, der Seen oder am Meeresgestade, Alles verräth eine neue Formation, welche durch die Strömungen von andern Punkten herbeigeführt worden ist, welche die Erde erfahren hat, seit sie bewohnbar geworden ist. Diese Gebirgsarten, welche von den Seiten der Gebirge abgerissen und von den Gewässern offenbar fortgeführt worden und untermischt mit Goldblättchen, Platinblättchen, Diamanten, Muscheln und fossilen Knochen, die man darin findet, in den Thälern abgesetzt worden sind, besitzen hier manchmal eine Mächtigkeit von mehr als 200 Metern. Dieses nennt man das aufgeschwemmte Gebirge. In diese Klassification gehören auch die Torflager, obgleich ihr Ursprung von keiner Aufschwemmung herrührt, ja vielmehr in einem so zu sagen täglichen Wachsthum des Bodens seinen Grund hat, dessen Ausbreitung und Mächtigkeit zu einer sehr wichtigen Benutzung Veranlassung giebt.

Unter diesem aufgeschwemmten Gebirge finden wir eine große Formation, welche mit der Benennung tertiäres Gebirge bezeichnet wird. Diese geologische Bildungsstufe wird an sehr deutlichen Merkmalen, an der regelmäßigen Schichtung ihrer Lager in Gestalt von Becken, an der Zusammensetzung der Süßwasser- oder Meerniederschläge und endlich aus den fossilen Trümmern erkannt, die in ihnen enthalten sind. Im Becken von Paris z. B. folgen die verschiedenen Glieder, welche diese Gebirgsart bilden, abgesehen von den partiellen Lücken, welche die einen oder die anderen an verschiedenen Punkten darbieten, in folgender Weise aufeinander. An der Oberfläche findet man zuerst eine Ablagerung von thoniger Erde von grünlich-brauner Farbe, welche Sand, Kieselsteine und Mühlsteine enthält; dann kommen Lager, wo der Süßwasserkalk mehr und mehr vorherrscht, und dessen veränderliche Mächtigkeit manchmal bis zu 200 Meter steigt. Unter dieser Steinmasse bietet sich eine andere von 40 oder 50 Meter Mächtigkeit dar, die wiederum auf gro-

ßen, in der Regel nicht sehr mächtigen Sandsteinbänken lagert. Geht man tiefer nieder, so durchsinkt man erst eine große Mergelablagerung und stößt dann auf eine ganz charakteristische Bildung von höchstens 15 bis 30 Meter Mächtigkeit, und dieses ist der Gyps. Ueber demselben breiten sich Bänke von Süßwasserkalk und mergelhaltigem Thon aus, die von dünnen Platten dieses Kalkes durchsetzt werden. Nach diesem Mergel stößt man auf Grobkalk, dessen Fossilien dem Meereswasser angehören und der wohl im Ganzen eine Mächtigkeit von 15 — 30 Meter haben kann und häufig in Chloritsand übergeht, der reichlich springendes Wasser enthält. Eine mehr oder weniger wichtige Schicht von Thon und Lignit, dann endlich bildsamer Thon, häufig durchsetzt von Quarzsandbänken und auf der Kreide lagernd, bildet die Grundlage des tertiären Terrains. In diesen Schichten sind die meisten artesischen Brunnen des Pariser Beckens erbohrt worden

Nachdem man diese Reihe von Schichten durchsunken hat, die offenbar von der Auflösung älterer Gebirgsformationen herrühren, erreicht man eine ebenfalls geschichtete Formation, deren Glieder aber, durch ältere Fossilien charakterisirt, einen ganz anderen Charakter annehmen, sich über große Oberflächen fortsetzen und sich nicht eher aufrichten, als nachdem sie Becken von großer Ausdehnung umschrieben haben. Zuerst kommt eine nach allen Richtungen zerklüftete, an ihrem oberen Theil weiße und graue Kreide, die dann in Grün übergeht und in Sandstein und Grünsand der Glauconie. Unter derselben, unter dem Astarten-Kalkstein, unter dem Coralrag, unter dem Oxford-Thon, unter dem Portland-Kalkstein, unter dem großen Oolith lagert der untere Oolith und unter den verschiedenen Varietäten des Jura-Kalkes, der von unermeßlichen Höhlen durchsetzt wird und häufig den Mergel der Liasformation, den eisenschüssigen Kalk zur Unterlage hat, lagert der sandige Kalkstein oder das untere Glied der Liasformation und manchmal auch bunter Mergel, der in den östlichen Departements große Gyps- und Steinsalzlager einschließt. Manchmal fehlen eine große Menge der Formationen des secundären Gebirges, und die Kreide lagert, wie in Belgien, direct auf dem Sandstein und dem Kohlenschiefer und selbst auf dem Uebergangsgebirge. Dieses sind die drei großen Formationen, welche das secundäre Gebirge bilden.

Unter diesen mächtigen Schichten, die noch immer das Werk der Gewässer sind, stößt man auf ein Gebirge ganz neuer Art, welches die sichtbaren Spuren des Feuers trägt, dem es seine Entstehung verdankt. Dieses sind die dichten, glasigen, krystallinischen Massen von einer gleichförmigen und ganz bestimmten Zusammensetzung, die, statt der weiter oben beobachteten Schichtung, nichts als eine feste Masse darbieten, kaum von unregelmäßigen Spalten durchsetzt und bloß an der Oberfläche von einer schieferigen Formation bedeckt, welche die Wässer abgelöst haben, um ein Uebergangsgebirge zu bilden. So wären wir denn auf das feste Gerippe der Erdkugel, zu jener ältesten aller Formationen gelangt, die man das Urgebirge nennt und die unter den Benennungen Granit, Gneis, Porphyr, Kalk, Gyps oder Urschiefer bekannt ist.

Dieses wäre denn, wenn wir darunter die vulkanischen Ergießungen begreifen, welche das Centralfeuer hier und da in Gestalt von Gängen, Stöcken und Laven durch die Flötzgebirge hindurch getrieben hat,

dieses wäre denn, sagen wir, die allgemeine Anordnung dieser Schichten, welche, indem sie sich auf den concaven oder convexen Formen der Erdbecken abmodellirt haben, hier eben so viele eingefügte Kessel bilden, zwischen welchen sich die unterirdischen Wasserflächen ausbreiten. Aber wie, durch welche Kraft und nach welchen Gesetzen steigen die in die Tiefen der Erde gesunkenen Wasser wieder an die Oberfläche empor? Darüber wollen wir uns noch in wenigen Worten verbreiten.

Die Lösung der Aufgabe des Springens der Gewässer beruht einzig und allein auf dem eben so einfachen als fruchtbaren Grundsatze, welcher die Basis der Hydrostatik ist.

Der so natürliche Unterschied, welcher zwischen den festen und den flüssigen Körpern besteht, entspricht in der Mechanik einer ganz scharfen Differenz in der Art und Weise, wie sich die einen und die andern unter der Einwirkung der Kräfte verhalten. Bei den ersteren bewegen sich die kleinsten Theilchen, welche auf eine feste Weise mit einander verbunden und gruppirt sind, parallel unter der Einwirkung äußerer Kräfte; bei den andern dagegen sind die kleinsten Theilchen von einander unabhängig, können auf einander gleiten, drängen einander gegenseitig, entwickeln einen Seitendruck und pflanzen nach allen Richtungen den an einem Punkte ihrer Oberfläche erhaltenen Druck fort. Hämmert man z. B. eine Metallmasse auf einem Amboße, so pflanzen sich die Hammerschläge, welche vertical geführt werden, auch vertical auf die Unterlage fort, ohne einen merklichen Druck auf die neben der Metallmasse oder auf ihrer Oberfläche liegenden Körper auszuüben. Versucht man dagegen, einen Stöpfel in den Hals einer mit einer Flüssigkeit gefüllten Flasche einzutreiben, wird sich dann der auf die Flüssigkeit in verticaler Richtung ausgeübte Druck bloß nach dem Boden des Gefäßes hin fortpflanzen? Keinesweges! Die ganze Oberfläche des Gefäßes erfährt den Druck, und die Flüssigkeit, welche nach allen Richtungen hin wirkt, strebt auch nach allen Richtungen hin und zwar nach allen Seiten gleichzeitig, also nach der Seite, nach unten und nach oben so gut, wie nach der Richtung hin, in welcher der Stöpfel eingetrieben wird, einen Ausweg zu finden.

Was nun eine äußere Kraft auf die ganze Masse einer Flüssigkeit für eine Wirkung hervorbringt, die bringt auch die Schwerkraft der Flüssigkeit selbst mit einer zunehmenden Intensität in den immer tieferen Schichten hervor, aus denen ihre Masse zusammengesetzt ist, so daß die letzteren Schichten unter dem Drucke der oberen von dieser vertikalen Wirkung einen Drang nach allen Richtungen erfahren, der sie durch alle Oeffnungen austreibt und sie selbst bis zur Höhe des oberen Flüssigkeitsspiegels emporzusteigen zwingt. Daraus erklären sich die äußerst mannichfaltigen Erscheinungen, deren vollkommene Einfachheit, unter paradoxen Wahrnehmungen versteckt, den Alten entgangen ist, und die den Geist der Neuern in lebhaftes Erstaunen versetzt haben, als Pascal in seiner unsterblichen Abhandlung, welche den Titel führt: Abhandlung über das Gleichgewicht der Flüssigkeiten, zuerst den Schleier lüftete und die vollständige Theorie der Hydrostatik auf richtige Grundlagen stellte.

Unter den Versuchen, auf welche sich Pascal bezieht, ist einer, welcher alle statischen und dynamischen Erscheinungen zusammenfaßt, mit

denen wir uns hier zu beschäftigen haben. Man denke sich eine beliebige Anzahl von Gefäßen von den verschiedensten Formen in einen Behälter eingetaucht, dergestalt, daß sie alle durch den Boden mit einander in Verbindung stehen. Wenn man nun in eins oder in mehrere dieser Gefäße eine gewisse Quantität Flüssigkeit schüttet, so steigt diese Flüssigkeit in den andern Gefäßen so lange empor, bis sie in allen dasselbe Niveau erlangt hat. Ist das Gleichgewicht auf diese Weise hergestellt, so kann es auf zweierlei Weise gestört werden, indem man in eins dieser Gefäße eine neue Quantität Flüssigkeit gießt, oder indem man eins derselben so abschneidet, daß seine Mündung unter dem gemeinschaftlichen Niveau der andern liegt. Im ersteren Falle vertheilt sich die hinzugossene Flüssigkeit im ganzen Apparate, im zweiten Falle läuft die Flüssigkeit aus der tiefer liegenden Mündung über, und die daraus in der ganzen Masse entstehende Verminderung vertheilt sich auch auf die sämmtlichen Gefäße. Es sei nun die flüssige Masse, welche aus einem höher liegenden Behälter gespeist wird, sehr beträchtlich in Bezug auf die Quantität, welche in die erste Röhre eintritt und aus der zweiten ausfließt, so wird sich das auf diese Weise hergestellte Niveau erhalten, ohne das allgemeine Niveau merklich zu verändern, und die erste Röhr·, welche immer aufnimmt, was man hineingießt, wird wie ein Senkbrunnen wirken, während die zweite, welche beständig ausgießt, eine springende Fontaine darstellen wird.

Apparate dieser Art sind von der Natur in der Dicke der geschichteten Gebirgsformationen construirt; jede durchlassende Schicht, welche, nachdem sie an dem oberen Rande eines geologischen Beckens zu Tage getreten ist, versenkt sich unter die undurchlassenden Schichten, vertritt die Stelle des Behälters, von welchem so eben die Rede war, und die zu Tage ausgehenden Punkte dieser Schicht, sowie die natürlichen oder künstlichen Brunnen, welche sie mit der Oberfläche des Beckens in Verbindung setzen, sind eben so viele communicirende Gefäße, deren Mündung die inneren Wasser absorbirt oder ergießt, je nachdem sich die Mündung über oder unter dem Niveau der Flüssigkeit befindet.

Auf diese Weise ist diese große Theorie vervollständigt worden, welche, nachdem man in der atmosphärischen Verdunstung die Art der Speisung mit süßem Wasser erkannt hatte, in den charakteristischen Formen der Erdrinde die Behälter entdeckt hat, in welche diese Gewässer ergossen werden, und welche in der Schwerkraft diejenige Kraft erblickt, welche sie vertheilt.

Die vollständige Erklärung aller hydraulischen Erscheinungen, welche uns die Natur darbietet, und die sichere Realisirung derjenigen, welche die Kunst hervorzubringen beabsichtigt, sind die beiden praktischen Folgen dieser Theorie. Wenden wir uns jetzt zu einigen Beispielen der hauptsächlichsten Erscheinungen, welche die Beobachtung der Geographen gesammelt hat.

Um mit den Quellen zu beginnen, die an der Oberfläche der Festländer sich ergießen, so haben zwei berühmte Quellen, die von Vaucluse und die von Nimes, die Aufmerksamkeit der Hydrographen mit Recht in Anspruch genommen. Die Quelle von Vaucluse bildet gleich da, wo sie zwischen den unterirdischen Felsen, aus denen sie entspringt, zu Tage hervortritt, das Flußbette der Sorgue, die einen wirklichen Fluß

darstellt. Wenn sie am schwächsten sich ergießt, so liefert sie doch immer noch in der Minute 444 Kubikmeter Wasser. Zur Zeit ihres stärksten Anwachses liefert sie die dreifache Quantität und steigt bis zu 1330 Kubikmeter. In ihrem mittleren Zustande giebt die Beobachtung 890 Kubikmeter in der Minute, an 1,300,000 Kubikmeter täglich und 468 Millionen Kubikmeter jährlich. Diese letztere Zahl kommt ungefähr gleich der ganzen Quantität Regen, welcher in dieser Gegend Frankreichs jedes Jahr auf einem Flächenraume von 480 Quadrat-Kilometer zu fallen pflegt. Woher kommt dieser mächtige, unterirdische Wasserstrom? Etwa aus dem Bette der Durance, wie mehrere Ingenieurs vermuthet haben? Dieses muß noch erst entschieden werden; aber die Einwirkung des Regenwassers auf das Ergebniß der Quelle ist nachgewiesen worden durch das plötzliche Anwachsen des Wassers und durch seine trübe Beschaffenheit nach starken Regengüssen. Derselbe Einfluß macht sich auch noch auffallender bemerkbar bei der Quelle von Nimes. Bei großer Trockenheit reducirt sich das Ergebniß dieser Quelle manchmal auf 1330 Liter in der Minute; sobald es aber nordwestlich von der Stadt in einer Entfernung von 10 oder 12 Kilometern stark regnet, so bemerkt man auch sogleich eine starke Zunahme, so daß das Ergebniß der Quelle bis auf 10000 Liter anwächst.

In den Departements Côte-d'Or und Haute-Saône entspringen äußerst starke Quellen aus den Spalten des Jura-Kalks, treiben Hüttenwerke und bilden, je nach dem Regen, der in den obern Gegenden fällt, aufwallende Wirbel von mehreren Quadratmetern, die in der Minute mehr als 500 Kubikmeter Wasser ergießen. In äußerst trocknen Jahren sind wichtige Flüsse, nach einem mehr oder weniger langem Laufe, von diesen Jura-Kalkspalten gänzlich verschluckt worden und kamen nur in einer Entfernung von einigen Kilometern in Gestalt einer Menge kleiner Quellen wieder zum Vorschein.

Im Departement des Deux-Sèvres, bei der alten Abtei von Bonneuille, tritt ein kleiner Teich von 50 Aren Oberfläche jedes Jahr über und bedeckt über ein Kilometer breit das ganze Thal, welches sich bis nach Couhé erstreckt. Nach einigen Tagen sinkt diese Quantität Wasser von mehreren Millionen Kubikmetern in Löcher von 1 oder 2 Decimetern Durchmesser, läßt aber dann eine beträchtliche Quantität Fische zurück und namentlich Aale und Hechte. Die alte Abtei, zu welcher dieser Brimbaro (so heißt dieser Schlund) gehört, verpachtet diese Fischerei, außer den Fischen, die ihr davon in natura geliefert werden müssen, jährlich für 2400 Francs.

Wenn in einer großen Zahl von Fällen man nachzuweisen vermag, daß das auf eine große Landstrecke gefallene Regenwasser sich sammelt, um unterirdische Flüsse zu bilden, so findet man auch ziemlich häufig Flüsse, welche, nachdem sie auf der Oberfläche der Erde eine Strecke geflossen sind, in das Innere desselben eindringen und sich in natürlichen Senkbrunnen verlieren oder nach und nach in durchlassende Erdschichten versinken.

Diese Erscheinung hatte die Aufmerksamkeit der Alten in hohem Grade erregt; Seneca beschreibt sie in seinen Werken, und Plinius erwähnt unter den Flüssen, die unter der Erde verschwinden, den Alpheus, den Tigris, den Nil, den Timavus u. s. w. Es giebt kein Land, wo

dieser Umstand sich nicht darbietet. In Spanien verliert sich der Guadiana in einer ebenen Landschaft in der Mitte einer unermeßlichen Wiese. In Frankreich verschwindet die Rhone einen Augenblick in den Höhlen des Jura; die Maas verschwindet bei Bazoilles und kommt wieder zum Vorschein bei Noncourt nach einem unterirdischen Laufe von mehr als einem Myriameter. Die Drôme verliert sich völlig in der Mitte einer Wiese in ein Loch von 10 — 12 Meter Durchmesser, welches dort unter der Benennung fosse de Soucy bekannt ist, aber ehe sie sich hier verliert, langt sie schon sehr geschwächt an, indem sie über eine Menge von Senklöcher ihren Lauf nimmt, die nach dem dortigen Ausdrucke »ihr Wasser trinken.« Die Normandie zählt noch mehrere Flüsse, die Rille, den Iton und den Aure, welche auf gleiche Weise verschwinden. Es befinden sich in dem Bette dieser Flüsse in gewissen Abständen Löcher, welche dort bétoirs genannt werden und das Wasser verschlucken. Auch der Aros bietet uns das Schauspiel eines Flusses, welcher an der einen Seite eines zu den Pyrenäen gehörigen Berges verschwindet und an der andern Seite wieder zum Vorschein kommt; aber was sind diese verschiedenen Beispiele, verglichen mit demjenigen, welches uns die prächtige Felsenbrücke (Rock-bridge) in Virginien darbietet, dieses natürliche Gewölbe, unter welches in eine Tiefe von 90 Meter der Ceder-Creek stürzt und völlig verschlungen wird.

In der Mitte dieses Netzes von Wasserströmungen, welches unsere unterirdische Hydrographie bildet, sollte man unermeßliche Behälter in die unterirdischen Höhlen eingeschlossen erwarten, und man kennt auch in der That in verschiedenen Ländern unterirdische Seen von größerer oder geringerer Ausdehnung, die manchmal überzutreten pflegen, indem ihre Gewässer bis zur Oberfläche der Erde empor steigen. Die Gewässer des Cephissus in Böotien verlieren sich in ein Torfmeer, welches die Stelle einnimmt, die Strabo dem alten See Copaicus anweiset. Der See von Dat-Frise, welcher im 12. Jahrhunderte existirte, ist jetzt mit einer schlammigen Rinde bedeckt, die sich nach und nach in vegetabilische Erde umgewandelt hat; wenn man diese Decke durchsinkt, so findet man darunter den alten See.

In dem Gebiet von Livière bei Narbonne trifft man fünf Schlünde, Oeliols genannt, von enormer Tiefe, die mit einem sehr fischreichen Wasser in Verbindung stehen. Die Erde zittert unter den Tritten der Bauern, welche die Fischerei hierher zieht. In den Ländern, deren Boden Steinsalz und Salzquellen enthält, ereignen sich manchmal beträchtliche Erdstürze in mit Wasser gefüllte Höhlen. Im Jahre 1792 entstand plötzlich in einer Vorstadt von Lons-le-Saulnier ein See; es versanken in demselben mehrere Häuser, so wie auch ein Theil der Straße von Lyon nach Straßburg, und das Einsinken des Bodens ließ einen unterirdischen See entdecken, dessen Existenz ganz unbekannt gewesen war.

Buffon erzählt endlich, daß ein Kalkberg der Pyrenäen im Jahr 1678 versank und daß ein See, der ihn in seinen Vertiefungen aufgenommen hatte, eine starke Ueberschwemmung eines Theiles der Gascogne verursachte.

Die so merkwürdigen Beziehungen, welche man zwischen den auf der Oberfläche der Erde befindlichen Seen und Flüssen beobachtet, stellen sich mit eigenthümlichen Charakteren in den unterirdischen Höhlen

dar und erklären mehrere hydraulische Sonderbarkeiten, die man lange Zeit als unerklärliche Anomalien betrachtet hat. Das Sinken des Genfersees bietet uns eine Erscheinung dieser Art dar. Zu gewissen Zeiten des Jahres steigt der Wasserspiegel plötzlich um beinahe ein Meter, ohne daß die Wasserzuflüsse ein merkliches Anwachsen erfahren hätten; hierauf senkt sich der See nach einigen Stunden wiederum eben so rasch und nimmt sein früheres Niveau ein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die unermeßliche Wassermenge, welche dieses plötzliche und kurze Steigen des Sees veranlaßt, durch unterirdische Canäle, die eine Verbindung mit ungeheueren Wasserbehältern, unter den benachbarten Bergen herstellen, veranlaßt wird; aber welches ist die Ursache, welche, nachdem sie so plötzlich diese unterirdische Wassermasse in den See getrieben hat, sie mit einemmal wieder entzieht? Diese Frage möchte schwierig zu beantworten sein; indessen hat einer unserer Ingenieurs, Herr Vallée, eine Erklärung gegeben, die ziemlich befriedigend sich darstellt: er nimmt an, daß die unterirdischen Behälter, welche mit dem See in Verbindung stehen, eine gleiche Verbindung an der andern Seite durch Spalten oder lange verticale, in den Bergen ausgewaschene Canäle mit den Alpengletschern haben. Zur Zeit, wo der Schnee schmilzt, stürzen nun große Wassermassen, Lavinen und Eisklumpen in diese unterirdischen Canäle, treiben die darin enthaltene Luft vor sich her nach den unterirdischen Behältern hin. Diese so über dem unterirdischen Wasser zusammengepreßte Luft treibt letzteres plötzlich in den See, so daß sich der Spiegel desselben plötzlich erhebt. Diese erste Periode gleicht vollkommen dem, wie man sieht, was im Heronsbrunnen vorgeht, ferner in der Wassersäulenmaschine, welche zur Wasserloosung in den Bergwerken angewendet wird. Wenn man sich nun die Erscheinung gut erklären kann, so erwäge man ferner, daß die Lavine, welche sich in diese unterirdischen Canäle stürzte, bald vorüber ist, so daß die innere Luft freien Ausgang besitzt, und man wird begreifen, daß, indem dieselbe nach außen entweicht, auch das Wasser des Sees sein früheres Niveau wieder einnimmt, indem es in die Höhlen zurücktritt, aus denen es zuvor vertrieben worden war.

Diese sinnreiche Hypothese wird durch mehrere Erscheinungen bestätigt, unter welchen wir nur diejenige hier erwähnen wollen, welche der Zirknitzersee in Kärnthen darbietet, indem wir diese Details einer Mittheilung des Herrn Arago im Annuaire du Bureau des longitudes 1835 entnehmen. Dieser See hat ungefähr eine Länge von 8 Kilometer und eine Breite von 4 Kilometer. In trocknen Jahren fällt gegen die Mitte des Sommers der Wasserspiegel des Sees sehr rasch, und in wenigen Wochen liegt letzterer ganz trocken. Alsdann bemerkt man ganz deutlich die Oeffnungen, durch welche sich die Gewässer in das Innere der Erde zurückgezogen haben. Manche derselben laufen ganz vertical, andere in mehrseitlicher Richtung nach den Höhlen hin, mit welchen die umgebenden Berge reichlich versehen sind. Gleich nachdem sich das Wasser zurückgezogen hat, wird die ganze trockengelegte Fläche in Cultur genommen, und nach ein paar Monaten mäht man da Heu oder Getreide, wo kurz vorher Schleie und Hechte gefischt wurden. Gegen Ende des Herbstes kehren die Gewässer nach dem Regen dieser Jahreszeit durch dieselben Canäle zurück, durch welche sie früher verschwunden sind. Unter diesen verschiedenen Oeffnungen des Bodens

hat man merkwürdige Verschiedenheiten beobachtet: manche derselben liefern bloß Wasser, andere Wasser und Fische und endlich eine dritte Art läßt auch gleich von vorn herein einige Enten aus dem unterirdischen See zu Tage kommen. Diese Enten schwimmen in dem Augenblick, wo sie das Steigen der unterirdischen Fluth, so zu sagen, auf die Oberfläche der Erde hebt, ganz gut. Sie sind ganz blind und fast vollständig nackt. Das Sehvermögen erhalten sie aber binnen kurzer Zeit, während ihr Gefieder erst nach 2 oder 3 Wochen so weit hervorgetrieben ist, daß sie fortfliegen können. Valvasor besuchte den Zirknitzer See im Jahre 1687, fing hier selbst eine große Menge dieser Enten und sah die Landleute Aale fischen, welche 2 — 3 Pfund, Schleie, welche 6 — 7 Pfund und endlich Hechte, welche 20, 30 und selbst 40 Pfund wogen. Wir haben hier, wie man sieht, nicht allein eine unermeßliche unterirdische Wasserfläche, sondern einen wirklichen See mit den Fischen und Enten, welche die Seen an der Oberfläche der Erde bevölkern, und was wir weiter oben in Betreff dessen angeführt haben, was wir im Departement des Deux-Sevres beobachtet haben, wird bestätigt von dem gelehrten immerwährenden Secretair der Akademie der Wissenschaften.

Es würde übrigens leicht sein, die Beispiele dieser Art zu vervielfältigen. Es giebt bei Sablé (Sarthe) einen Schlund von 6 — 8 Meter Durchmesser, dessen Tiefe man bis jetzt nicht hat ausmitteln können. Dieser Schlund, der in der Gegend unter dem Namen fontaine sans fond bekannt ist, tritt manchmal über und liefert alsdann eine erstaunliche Menge von Fischen, besonders von Hechten einer besonderen Art. Der Brunnen des Dorfes Frotté bei Vesoul ist auch ein natürlicher Trichter, der sich dadurch auszeichnet, daß er übertritt, die Landschaft überschwemmt und, wenn er sich zurückzieht, Hechte auf den Wiesen zurückläßt. Der Brunnen von Ornans, ferner der weiße und schwarze Brunnen bei den Ruinen der alten Stadt Antre im Jura sind auch sehr tiefe Schlünde, aus denen sich nach starkem Regen und beim Schmelzen des Schnees das Wasser in Strömen ergießt.

Die großen Bewegungen unterirdischen Wassers, von denen wir eben Beispiele angeführt haben, lassen keinen Zweifel über die Speisungsart der Quellen, die entweder in der Mitte unermeßlicher Ebenen, wie diejenigen der Grafschaft Artois, oder in der Mitte sehr hoher Berge aus der Erde hervorsprudeln. Man braucht alsdann nur anzunehmen, daß die unterirdische Strömung, welche in diesen Ebenen oder auf diesen Bergen zu Tage tritt, ihren Ausgangspunkt in einer Entfernung von 80, 120 und 400 Kilometern auf einer Höhe habe, deren Niveau weit höher als dasjenige der Quelle liegt. Nichts hindert uns, anzunehmen, daß die Gewässer, welche auf einer Insel des Oceans hervorquellen, durch Strömungen unterhalten werden, die von den Festländern herkommen und unter dem Boden des Meeres hin ihren Weg nehmen. Dieser Umstand muß sich sogar häufig darbieten, weil man Süßwasserquellen kennt, die im offenen Meere hervorbrechen und vom Grunde desselben bis zur Oberfläche des Oceans emporsprudeln. Es giebt eine Quelle dieser Art im Hafen von la Ciotat.

Herr von Humboldt erzählt, daß an der südlichen Küste von Cuba, in der Bai von Xagna, 2 — 3 Meilen vom Lande, Süßwasserquellen mit solcher Kraft mitten im Meere hervorsprudeln, daß kleine Barken

sich denselben nicht ohne Gefahr nähern können. Eine der schönsten Quellen von im Meere hervorsprudelndem Wasser ist diejenige des Golfes von Spezzia, welche Spallanzani beschrieben hat. Diese Quelle ist 50 Meter vom Lande entfernt und bildet an der Oberfläche des Meeres eine Auftreibung von 25 Meter Durchmesser und 3 oder 4 Decimeter Höhe in der Mitte. Sie besteht aus einer großen Menge verticaler Wasserstrahlen, die man sehr deutlich wahrnehmen kann, wenn das Meer ruhig ist. Diese Strahlen besitzen eine solche Kraft, daß ein Schiff sehr schwierig in der Mitte dieser Auftreibung stehen bleiben kann. Die Tiefe des Trichters, aus welchem sie emporsteigen, beträgt 14 — 15 Meter. Als ich das kleine Fürstenthum Monaco besuchte, bemerkte ich, wie man am Cap Martin mitten im Meere süßes Wasser einnahm; die Quelle erhob sich in verticaler Richtung und hatte beinahe einen Meter Durchmesser; das Wasser war von trefflicher Beschaffenheit und kam aus Spalten in den Formationen des Puddingsteines, auf welchen dort die Hauptstraße gebaut ist. Wir wollen hier noch eine Beobachtung mittheilen, welche vor wenig Jahren englische Officiere gemacht haben, die bei einer völligen Windstille in den indischen Meeren eine reiche Süßwasserquelle entdeckten, die von dem nächsten Küstenpunkte ungefähr 150 Kilometer entfernt war.

Diese unterirdische Verbindung zwischen dem Süßwasser und dem Meerwasser erklärt, wie die Fluth und die Ebbe des Meeres auf das Niveau und das Ergebniß gewisser Quellen einwirken, die in einiger Entfernung von der Küste liegen. Man hat z. B. gefunden, daß die springende Quelle von Noyelle-sur-Mer und alle diejenigen, welche in den Umgebungen von Abbeville erbohrt worden sind, mit der Fluth und der Ebbe steigen und fallen. Zu Fulham an der Themse, auf einem Grundstücke des Bischofs von London, liefert eine Quelle, welche in einer Tiefe von 97 Metern erbohrt wurde, 363 oder 273 Liter Wasser in der Minute, je nachdem die Fluth oder die Ebbe eingetreten ist. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung in einem allgemeinen Grundsatze der Hydrodynamik, und wir können nichts Besseres thun, als hier wörtlich die Theorie wieder zu geben, welche in diesem Betreff Herr Arago aufgestellt hat:

»Wenn man in die Wand eines mit Flüssigkeit gefüllten Gefäßes von beliebiger Form eine Oeffnung macht, deren Dimensionen, verglichen mit derjenigen des Gefäßes, sehr klein sind, so wird die Ergießung, welche durch diese Oeffnung entsteht, den anfänglichen Zustand der Drucke nicht merklich verändern; zwei, drei, zehn Oeffnungen werden, sobald sie nur in Summa der Bedingung entsprechen, sehr klein zu sein, den Druck auf jeden, von diesen Oeffnungen ein wenig entfernten Punkt des Gefäßes eben so lassen, wie zuvor, wo sie sich im Zustande des Gleichgewichtes befanden und wo die Flüssigkeit noch keine Bewegung hatte.«

Denke man sich nun die Oeffnung oder die Oeffnungen ein wenig groß, so wird Alles geändert sein, und die Dimensionen, welche man ihnen giebt, werden die Drucke auf jeden Punkt reguliren; und wenn eine der Oeffnungen an Größe abnimmt, so wird die Geschwindigkeit des Ausflusses sogleich in den andern zunehmen.

Angenommen nun, daß der unterirdische Fluß, von welchem ein

artesischer Brunnen gespeist wird, sich theilweise ins Meer oder in einen Fluß ergießt, der der Ebbe oder der Fluth unterworfen ist, und zwar mittelst einer nicht sehr großen Oeffnung im Vergleiche zu seinen eignen Dimensionen; würde diese Oeffnung kleiner werden, so würde der Druck, wie wir gesagt haben, sogleich an allen Punkten der natürlichen oder künstlichen Kanäle, welche von dem Gewässer des Flusses gefüllt sind, zunehmen; der Erguß des Brunnens würde also rascher werden, oder das Niveau des Wassers würde in dem Brunnenloche steigen. Läßt man nun die Meeresfluth bis über die Oeffnung steigen, durch welche ein unterirdischer Fluß sich ergießt, so vermindert man durch eine Vermehrung des äußeren Druckes die Quantität Wasser dieses Flusses, welches sich in einer gegebenen Zeit ergießen kann. Die Wirkung ist ganz dieselbe, wie diejenige, welche eine Verminderung der Oeffnung hervorgebracht haben würde; die Folge muß also auch dieselbe sein. Es werden also die Fluth und die Ebbe des Meeres eine entsprechende Fluth und Ebbe in den Brunnen oder Quellen erzeugen, welche in der Nähe der Küsten liegen; ja diese Wirkung macht sich selbst fühlbar auf große Entfernungen. Als ich Herrn Arago von den Veränderungen des artesischen Brunnens Nachricht gab, den ich im Militair-Hospital zu Lille für Rechnung des Kriegsministeriums erbohrt hatte, so beauftragte die Akademie der Wissenschaften den Genie-Capitain Bailly, die Intermittenzen der Zunahme und der Veränderung genau zu untersuchen, und ein Chronometer, welches zu Dünkirchen und zu Lille beobachtet wurde, bewies nach mehr als einem Monat sorgfältiger und tausendmal wiederholter Beobachtung die Uebereinstimmung des artesischen Brunnens mit der Ebbe und Fluth. Das erbohrte Wasser kam aus Spalten im kohlenhaltigen Sandstein. Der Brunnen hat eine Tiefe von 120 Meter, und die Oberfläche des Bodens liegt nur 28 Meter über dem Meeresspiegel.

Man findet im Innern der Festländer eine große Zahl von Quellen, welche in ihrer Ergießung weit merkwürdigere Wechsel von Zunahme und Abnahme darbieten, als die eben angegebenen. Die einen, welche man aussetzende zu nennen pflegt, sind solche, deren Erguß binnen einer gewissen Zeit mehrmals aufhört und wieder kommt. Die anderen, welche man periodische nennt, sind solche, deren Erguß, ohne gänzlich zu verschwinden, Perioden der Zunahme und der Abnahme darbietet, die in einer mehr oder weniger beträchtlichen Zeit auf einander folgen. Endlich erfahren mehrere Quellen in ihrem Laufe Veränderungen, in Folge welcher sie von der Gleichförmigkeit zum aussetzenden Charakter, vom letzteren zum periodischen übergehen und endlich wieder in eben so bestimmten Abstufungen einen gleichförmigen Erguß erlangen.

Diese sonderbaren Erscheinungen haben schon die Aufmerksamkeit der Alten auf sich gezogen; und während Hero von Alexandrien und Plinius der Naturforscher die Theorie mit einem merkwürdigen Scharfsinn andeuteten, bemächtigte sich die Volksneugierde desselben, um damit abergläubische Vorstellungen in Verbindung zu bringen. Schon Plinius erzählt uns, daß die Cantabrer nach dem Zustande, in welchem sie die Quellen des Tanariscus fanden, prophezeiten. Der Pater Déchalles erzählt, daß man in Savoyen glaube, daß die Quelle von

Haute-Combe in Gegenwart gewisser Personen nicht fließe; und Herr Atwell hat dieselben Vorstellungen unter den Bewohnern von Brixam in Betreff der periodischen Quelle von Lawyell angetroffen. Scheuchzer versichert ebenfalls, daß die Bewohner des Berges Eng-Shen für ausgemacht annehmen, daß die periodische Quelle, welche hier entspringt, zu fließen aufhört, sobald man darin etwas Schmutziges wäscht, und dieser Reisende schien endlich, nachdem er diese Volksmeinung bekämpft hatte, durch das gleichlautende Zeugniß aller Bewohner, die er darüber befragte, in seiner Ansicht wankend gemacht zu sein. Noch eine andere Art der Eigenschaft endlich, welche man den Quellen beständig zugeschrieben hat, ist diejenige, daß sie fruchtbare Jahre oder Mißernten vorher verkünden. Jean Fabvre, Arzt zu Castelnaudary, behauptet, daß die Bewohner von Belesta in Languedoc die Jahre nach dem Fluß von Fontestorbes beurtheilen könnten, und man könnte vielleicht versucht werden zu glauben, daß diese Behauptung sich auf glaubhafte Gründe stütze, wenn dieser Arzt nicht hinzugefügt hätte, daß der gleichförmige Fluß dieser Quelle während der Jahre 1624 und 1625 die Bekehrung der Reformirten angekündigt habe.

Wie dem aber auch sein möge, so wollen wir jetzt einige Beispiele von periodischen Quellen anführen: Die Quelle Fontestorbes, deren wir schon Erwähnung gethan haben, ist aussetzend während der trocknen Jahreszeit vom Junius bis zum September. Die Zeit ihres Aussetzens beträgt gewöhnlich 32½ Minute, und das Fließen derselben dauert 36 bis 37 Minuten. Diese zweite Periode verlängert sich, sobald die Jahreszeit regnigt ist. Ehe das Wasser in das äußere Becken der Quelle sich zu ergießen beginnt, vernimmt man ein dumpfes Geräusch, welches dem Erguß ungefähr 12 Minuten vorangeht.

Plinius spricht von einer Quelle zu Dodona, deren Fließen alle Tage zur Mittagszeit aufhörte und um Mitternacht sich reichlich wieder einstellte. Er erzählt auch, daß auf der Insel Tenedos eine Quelle alle Tage nach den Sommersolstitium von 9 Uhr des Abends an bis zu Mitternacht übertrat. Seiner Erzählung zu Folge hören drei Quellen des Tanariscus zwölf oder selbst zwanzig Tage lang gänzlich zu fließen auf, während eine andere ganz in der Nähe sich reichlich und ohne Unterbrechung fort ergießt. Josephus erzählt, daß in Syrien zwischen der Stadt Arc und Raphané der sogenannte Sabbathsfluß sechs Tage lang trocken liege und den siebenten fließendes Wasser enthalte. Brynolphe Suénon erwähnt, daß er auf Island bei Skalholt eine periodische Quelle von heißem Wasser getroffen habe, die eine Stunde lang sprudelnd sich ergießt und dann dreiundzwanzig Stunden lang ihr Becken trocken läßt. Childrey erwähnt in seinem Werke über die Merkwürdigkeiten Englands mehrerer aussetzenden Quellen, unter andern einer bei Burton in der Provinz Derby, welche von Viertelstunde zu Viertelstunde sich ergießt. Die Quelle von Lawyell in Devonshire ist zusammengesetzt periodisch. Ein Wasserstrom ergießt sich beständig ins Hauptbecken, und wenn der periodische Eintritt sich merkbar macht, so erfahren kleine benachbarte Quellen einen Erguß, welcher so lange als jene Periode dauert; man bemerkt in diesen Augenblicken mehrmals eine beträchtliche Zunahme und Abnahme im Becken. Diese Ergießungen und diese periodischen Aussetzungen wiederholen sich sechzehn Mal in einer halben Stunde,

aber gegen das Ende des periodischen Ergusses liefert die Quelle weniger Wasser, und der Erguß dauert kürzere Zeit als im Anfange. Diese periodischen Revolutionen erfahren übrigens Veränderungen, die vom Regen oder von der Trockenheit abhängig sind. Bei Paderborn in Westphalen fließt eine Quelle, der sogenannte Polderbrunnen, und liegt täglich zwei Mal trocken. Ihre Ergießungen kündigen sich durch ein großes Getöse an. Im Königreich Cashmire giebt es eine Quelle, welche, wenn der Schnee im Monat Mai schmilzt, fließt und innerhalb 24 Stunden regelmäßig drei Mal zu fließen aufhört; sie fließt gewöhnlich drei Viertelstunden lang und liefert sehr reichliches Wasser. Nach den ersten vierzehn Tagen nimmt ihr Ausfluß ab und wird weniger regelmäßig, endlich schwindet sie und ist den übrigen Theil des Jahres ganz trocken.

Bei La Rochelle hat Herr Floriau de Bellevue, Correspondent der Akademie der Wissenschaften, ein Bohrloch bis 174,55 Meter niederbringen lassen und lud mich ein, es mit Röhren auszusetzen, um es gegen das Meereswasser zu sichern. Als ich meinen Auftrag vollendet hatte, gab ich ihm den Rath, das Bohren noch ferner fortzusetzen, und er schrieb mir kurze Zeit darauf einen Brief, den ich im vierten Capitel dieses Werkes wörtlich mitzutheilen mich veranlaßt gefühlt habe.

Am See von Como liegt eine Quelle, welche Plinius zuerst beschrieben hat, die täglich drei Mal steigt und fällt. Die sogenannte Wunderquelle am See Bourget fließt stündlich zwei Mal und wird dann trocken; ihr Wassererguß ist ausreichend, um eine Mühle zu treiben. Piganiol de la Force spricht in seiner Beschreibung Frankreichs von einer periodischen Quelle, welche in der Franche-Comté auf dem Wege von Touillon nach Pontarlier liegt. Wenn sie sich ergießen will, so vernimmt man ein Brausen, und das Wasser kommt sogleich von drei Seiten zum Vorschein; die in mehreren Strahlen sich ergießen, ungefähr einen Fuß hoch empor sprudeln und dann in derselben Zeit abnehmen, die sie zu ihrem Wachsthume gebraucht haben. Dieses ganze Spiel dauert ungefähr eine Viertelstunde und die Zeit des Aussetzens zwei Minuten. Bei Colmars in der Provence findet man eine Quelle, die sich in einer Stunde acht Mal ergießt und eben so viel Mal aufhört. Gassendi versichert, daß ihre Periode das ganze Jahr hindurch ziemlich beständig sei. Die Quelle von Fonsanche in Languedoc fließt zwei Mal in 24 Stunden, 7 Stunden 25 Minuten lang, und diese beiden Perioden sind getrennt durch einen Zwischenraum von 5 Stunden. Das Fließen der Quelle und die Periode des Aussetzens treten mit jedem Tag, verglichen mit dem vorhergehenden Tag, um funfzig Minuten später ein.

Alle diese Erscheinungen so wie diejenigen, mit denen wir dieses Verzeichniß noch vergrößern könnten, sind, wie unwahrscheinlich es auch auf den ersten Blick sich darstellen mag, bloß die Wirkungen einiger sehr einfachen Verbindungen von Behältern und Hebern, welche von selbst in den geologischen Schichten sich einstellen und welche die Physiker in den hydraulischen Spielzeugen ihrer Kabinette wiederzugeben verstehen. Um z. B. eine aussetzende Ergießung zu bewerkstelligen, genügt schon folgende Anordnung: Man wähle ein Gefäß, welches durch eine beständige Wasserströmung gespeist wird, und bringe in dieses Gefäß einen

Heber, so daß dessen kürzerer Schenkel in dasselbe bis zu einer gewissen Tiefe eintaucht, während der längere Schenkel durch ein Loch in der Wandung des Gefäßes geführt ist; man sorge auch dafür, daß die Krümmung des Hebers nicht die Höhe des Gefäßrandes erreiche: so lange nun das zufließende Wasser noch nicht die Höhe der Hebekrümmungen erreicht hat, füllt sich der Behälter fortwährend; aber sobald das steigende Wasser den kurzen Schenkel des Hebers gefüllt hat, fällt es durch seine Schwerkraft in den großen, der Heber ist damit in Thätigkeit versetzt und beginnt die Flüssigkeit auszuleeren. Wenn der Durchmesser dieser Heberröhre so beträchtlich ist, daß die Quantität des durch den Heber ausfließenden Wassers diejenige der speisenden Strömung übertrifft, so leert sich der Behälter nach und nach, und sein Wasserspiegel sinkt endlich unter die Oeffnung des Hebers. Sobald nun letzterer nicht mehr in die Flüssigkeit eintaucht, leert er sich aus und versagt seinen Dienst. Von jetzt an füllt sich aber der Behälter von neuem, bis der Heber nochmals in Thätigkeit gesetzt wird, von neuem das Wasser ergießt und somit dieselbe Reihenfolge von Erscheinungen darbietet, durch welche sich die aussetzenden Quellen auszeichnen. Nichts ist einfacher, als dieser Mechanismus, und es ist sehr wahrscheinlich, daß eine solche Anordnung auch im Innern der Erde besteht. Man braucht sich bloß einen jener großen Behälter zu denken, den die nicht durchlassenden Schichten in der Vertiefung eines Beckens bilden, und anzunehmen, daß an irgend einem Punkte dieses beständig mit Regenwasser gespeisten Behälters die Richtung der Schichten durch eine Zerrüttung dergestalt verändert worden sei, daß sie gleichsam wie durch einen Heber mit unteren Höhlungen in Verbindung gerathen, die wiederum mit dem Becken einer Quelle communiciren. Sobald nun die Dimensionen der Zutritts- und Ausgangsöffnungen den oben aufgestellten Bedingungen entsprechen, so wird die so gespeiste Quelle alle Merkmale einer aussetzenden Quelle darbieten.

Nachdem wir nun die hauptsächlichsten hydraulischen Erscheinungen, die uns die Natur darbietet, geschildert haben, wollen wir auch von denen sprechen, welche die Kunst hervorzubringen vermag, indem sie mit Hülfe des Erdbohrers die Schichten durchsinkt, zwischen welchen die Wasser circuliren. Ganz allgemein ausgedrückt, besteht die Wirkung des Erdbohrers darin, Schichten mit einander in Verbindung zu bringen, welche verschiedenen geologischen Formationen angehören. Je nachdem die Wasser, welche in den unteren Gebirgsformationen zurückgehalten werden, einen mehr oder weniger starken oder schwachen Druck als die oberen Gewässer erfahren, steigen oder sinken sie und liefern springende Quellen oder einen Senkbrunnen. Um mit Sicherheit voraus zu wissen, welche dieser beiden entgegengesetzten Wirkungen eintreten werde, genügt es, durch eine gewöhnlich sehr leichte Untersuchung das Fallen, die Lagerungsverhältnisse und die allgemeine Anordnung der Gebirgsglieder in dem Becken zu bestimmen, in welchem man ein Bohrloch niederbringen will. Mittelst einer Reihe von Bohrversuchen findet man bald durch die Vergleichung der Höhen jeder Schicht in ihren verschiedenen Punkten, nach welcher Richtung dieselben geneigt sind, oder welches, wie man zu sagen pflegt, das Fallen derselben ist. Diese erste Auskunft zeigt die Richtung an, die man zu verfolgen hat, um auf den das Becken um-

gebenden Höhen das Ausgehende dieser verschiedenen Schichten zu finden. Die relative Höhe dieser Schichtenköpfe ergiebt genau den hydraulischen Druck in den entsprechenden Schachten. Man hat auch durch eine besondere Untersuchung der Landschaft darauf Rücksicht zu nehmen, ob der Boden zwischen diesen ausgehenden Punkten, wo die Gewässer eindringen können, und der Stelle des Bohrloches, der Boden keinen wichtigen Spalt, keine Verwerfung darbietet, welche, indem sie die Continuität der Schichten unterbricht, den unterirdischen Wassern einen Ausgang gewähren würde; ferner ist noch zu bemerken, daß man bei der Berechnung des hydraulischen Druckes der emporsteigenden Gewässer nach der Höhe des Punktes, von wo aus sie niedersteigen, die horizontale Entfernung dieses Punktes vom Orte des Bohrloches in Rechnung zu bringen und die Aufsteigungskraft, wegen der Geschwindigkeitsverluste, zu reduciren habe, welche durch die Reibung des Wassers in den langen zu durchlaufenden Kanälen herbeigeführt werden. Man muß auch in Rechnung bringen die Entfernung des Punktes, wo die in die Erde gedrungenen Gewässer entweder durch einen großen Ausschnitt der oberen Formationen oder durch die Erhebung der unteren Formationen wieder an der Oberfläche des Bodens zum Vorschein kommen. Wir bemerken endlich noch, daß diese Untersuchung der Orte, welche in einer noch neuen Gegend unerläßlich ist, weit leichter und häufig ganz überflüssig in solchen Gegenden wird, wo schon mehrere niedergebrachte Bohrlöcher, bereits vollständige und entscheidende Auskunft gewähren.

Das angeschwemmte Gebirge, hinsichtlich seiner Mächtigkeit oft sehr gering und von unvollkommener Schichtung, scheint der Kunst des Erdbohrens wenige Hülfsquellen zu eröffnen. Es giebt indessen Stellen, wo diese Formation eine große Mächtigkeit erlangt und wo die Wechsellagerung der Thon-, Sand- und Kiesschichten eine große Regelmäßigkeit annimmt. Unter solchen Umständen muß das Abbohren versucht werden und hat häufig gute Resultate ergeben; aber man kann erwarten, zuweilen ein mit Kalksalzen gesättigtes Wasser zu erhalten, welche Salze beim Durchgange des Wassers aufgelöst worden sind. Dieses ist häufig in Afrika beim Graben gewöhnlicher Brunnen der Fall gewesen.

Das tertiäre Gebirge bietet schon größere Becken, bestimmtere Schichten und reineres Wasser dar; aber im secundären Gebirge bieten die Erscheinungen, welche die Erdbohrkunst zu benutzen versteht, wegen der größeren Mächtigkeit der Schichten, ihrer weniger häufigen Abwechselung, ihrer Continuität, die sich in unermeßlichen Kreisen ausbreitet, und auch wegen der Kraft der unteren Wasserströme, sich in einem größeren Maßstabe dar; alle diese Ursachen machen die natürlichen Quellen des secundären Gebirges seltener aber ergiebiger und sichern auch den Erfolg der Bohrunternehmung, wenn man bis zu großen Tiefen niedergeht.

Die Bohrlöcher sind hier viel tiefer und folglich kostspieliger, als in den vorhergehenden Formationen, aber das Resultat ist wahrscheinlicher. In dem Capitel, welches von den verschiedenen Anwendungen des Erdbohrers handelt, werden wir ins Einzelne eingehen und uns dabei auf geologische Durchschnitte stützen.

Die geologischen Kenntnisse sind seit einigen Jahren so allgemein verbreitet, und die Fortschritte dieser Wissenschaft seit zwanzig Jahren

so rasch auf einander gefolgt, daß ich dieses Werk auf eine unnütze Weise vergrößern würde, wenn ich mich auf die nothwendigen Entwickelungen einlassen wollte, um den wenigen Personen, die sich in diesem Gebiete noch fremd fühlen, die nöthige Auskunft zu ertheilen. Ich ziehe es vor, die Werke anzuführen, aus welchen sie vollständig die Kenntnisse schöpfen können, welche für diesen so interessanten Zweig der Naturwissenschaften unerläßlich sind, durch die wir in den Stand gesetzt worden, fortschreitend die Entwickelungen der verschiedenen Schichten zu verfolgen, aus welchen die Erdkugel, welche wir bewohnen, besteht und die uns ohne Unterbrechung den beständigen Fortschritt zeigen. Im Urgebirge also findet man keine Spur von Geschöpfen oder von Vegetabilien; in dem oberen Theile des Uebergangsgebirges einige Spuren organischer Geschöpfe; in den ältesten secundären Formationen einfache Thiere und Pflanzen; in den neueren secundären Formationen zuerst zweischalige Muscheln und Vegetabilien mit Verästelung, weiter nach oben eine größere Mannichfaltigkeit organischer Geschöpfe bis zur Riesenvegetation und bis zu den Wirbelthieren. Die neuern Formationen enthalten Fossilien, ähnlich den Geschöpfen, welche unsere Erdkugel bewohnen, nur nicht die vollkommensten jetzt lebenden Arten, welche als der letzte Grad des von der Natur erreichten Fortschrittes zu betrachten sind.

Um eine gedrängte Vorstellung von der Lagerung und der Mächtigkeit der Schichten zu geben, welche die Erdrinde bilden, will ich jetzt Einiges aus den Werken der Herren D'Aubuisson de Voisin, Héricart de Thury, de la Bèche, d'Ormalius d'Alloy, wie aus den neuen Schriften mehrerer Bergbaubeamten entlehnen; ich werde mich bemühen, eine klare Uebersicht zu geben und bei Erwähnung der Formationen mich darauf beschränken, sie mit den allgemein angenommenen Benennungen zu bezeichnen. Auch werde ich so viel wie möglich die zahlreichen Unterabtheilungen vermeiden, durch welche Personen, denen das Studium der Geologie fremd ist und die hier nur die nöthige Auskunft suchen, um zu wissen, ob ein artesischer Brunnen mit Wahrscheinlichkeit des Erfolgs versucht oder nicht versucht werden darf, ob ein mehr oder weniger tief niedergebrachtes Bohrloch zur Entdeckung eines Mineralienlagers führen könne, welches zu einer vortheilhaften Benutzung fähig sein möchte, verwirrt werden könnten.

Ich will hier erläutern, was man unter Mineralien, Gesteinen, Fossilien, geschichteter und nicht geschichteter Gebirgsformation zu verstehen habe, und will die Benennungsart nach den Verfassern der geologischen Karte Frankreichs, der Herren Elie de Beaumont und Dufresnoy mittheilen.

Ich will angeben, was man unter geologischen Becken versteht und die Anzeigen für die Lager von Brennmaterialien und Steinsalz geben.

Die Wichtigkeit der Elementarkenntnisse der Geologie, um rationell einen Bohrversuch vornehmen zu können, bestimmt mich, dieser Darstellung ein besonderes Capitel zu widmen, dem ich eine Notiz über die alten Bohrversuche anhängen will.

Nachdem ich die allgemeinen Grundsätze der Hydrostatik angedeutet habe, auf welche sich die Kunst der Anwendung des Erdbohrers gründet, bleibt mir weiter nichts übrig, als in kurzen Umrissen die Geschichte dieser Kunst zu skizziren.

Die Anwendung des Erdbohrers zur Aufsuchung artesischer Brunnen kommt schon in den ältesten Zeiten vor. Syrien und Egypten besitzen eine große Zahl von Brunnen, die durch dieses Verfahren hergestellt worden sind, und der größte Theil der Oasen der alten lybischen Kette verdanken ihren Ursprung erbohrten Brunnen. Ich habe vor einigen Jahren an Ayme-Bey, den Director der Hüttenwerke des Paschas von Egypten, die nöthigen Werkzeuge geliefert, um einige dieser künstlichen Brunnen zu entsanden, deren Construction an 4000 Jahre alt ist, und durch die unternommenen Arbeiten hat man gefunden, daß diese Brunnen mit gebrannten Backsteinen ausgemauert oder mit einer Holzzimmerung versehen waren. Es ist noch nicht bekannt, durch welche Verfahrungsarten diese Arbeiten ausgeführt worden sind *).

Polybius erzählt, daß die Perser, nachdem sie Asien erobert hatten, denen Ländereien zugestanden, welche Quellen erbohrten, und daß es ihnen auf diese Weise gelang, den Verwüstungen abzuhelfen, die unzertrennliche Folgen der Eroberung sind.

Die Wüsten Syriens und Arabiens besitzen uralte Brunnen, welche noch die Namen ihrer ersten Gründer tragen. Man kennt dort z. B. den Brunnen Israels und Bedsabe's, den Brunnen des Ueberflusses, des Schwures, der Ungerechtigkeit, unter welchen Namen sie in der Bibel erwähnt werden.

Olympiodor, welcher im sechsten Jahrhundert zu Alexandrien lebte, erzählt, daß in den Oasen gegrabene Brunnen vorhanden seien von 300 und selbst von 500 Ellen Tiefe, welche ihr Wasser auf die Oberfläche des Bodens in Gestalt von Flüssen ergießen, deren sich die Landbauer zur Bewässerung ihrer Felder bedienen. So viel ist in diesem Betreff ausgemacht, daß die Existenz unterirdischer springender Wasser schon den alten Egyptiern bekannt war, und daß die Verfahrungsarten, welche man zur Aufsuchung derselben in Anwendung brachte, sich in Afrika erhalten haben, wo sie noch heutiges Tages von den Arabern der Wüste in Anwendung gebracht werden.

»Der Wad-Reay,« erzählt der Reisende Shaw, »ist eine Gruppe von Dörfern, welche tief in der Sahara liegen. Diese Dörfer haben weder Quellen, noch natürliche Brunnen, und die Bewohner verschaffen sich ihr Wasser auf eine sehr merkwürdige Weise. Sie graben Brunnen von 100 und manchmal von 200 Lachtern Tiefe und verfehlen niemals, hier Wasser in großem Ueberfluß anzutreffen. Sie beseitigen für diesen Zweck verschiedene Sand- und Kiesschichten, bis sie auf eine Steinart stoßen, welche dem Schiefer ähnlich ist und die, wie man weiß, unmittelbar über dem sogenannten Meer unter der Erde, **bahar taht el ert**, wie sie es nennen, zu liegen pflegt. Dieser Stein ist leicht zu durchsinken, alsdann dringt das Wasser so plötzlich und in so großem Reichthum empor, daß diejenigen, welche man für den Zweck dieser Ope-

---

*) Die zahlreichen Arbeiten, welche ausgeführt worden sind durch die verständige Beharrlichkeit unseres Landsmannes Ayme-Bey, des Generaldirectors der Hüttenwerke des Paschas von Aegypten, haben die Lage des Landes verändert, deren Verwaltung ihm Mehemet Ali übertragen hat, und haben bewirkt, daß der französische Name von den zahlreichen Araberstämmen verehrt wird, die sich um die artesischen Brunnen herum niedergelassen haben, die er entweder erbohrt oder in seinen schönen Hüttenwerken wieder in Thätigkeit gerufen hat.

ration in den Brunnenschacht niedergelassen hat, manchmal erstickt werden, obwohl man sie so rasch wie möglich emporzieht.«

China kennt auch erbohrte Brunnen. Man findet in den Lettres édifiantes einen Brief des Bischofs von Tabrasca, Missionars in China, welcher von den erbohrten Brunnen von Ou-Tong-Kiao in folgender Art spricht: »Diese Brunnen sind mehrere hundert Fuß tief, sehr enge und wie ein Spiegel polirt; aber ich kann nicht sagen, durch welche Kunst man sie gegraben hat; sie dienen zur Loosung von Salzwasser.« Ein anderer Missionar, der Abbé Imbert, hat seit der Zeit über die chinesischen Bohrarbeiten ausführlichere Auskunft gegeben, die indessen mehr guten Glauben als Urtheil verräth und in Folgendem besteht:

»Im Canton Ou-Tong-Kiao befinden sich mehrere tausend Brunnen in einem Raume von zehn Stunden Länge und fünf Stunden Breite. Jeder Brunnen kostet tausend und einige hundert Taëls (der Taël gilt 7 Francs 50 Centim.) Diese Brunnen besitzen eine Tiefe von 1500 — 1800 Fuß und einen Durchmesser von 5 — 6 Zoll.«

»Beim Bohren derselben beginnt man damit, eine hölzerne Röhre von 3 — 4 Zoll Durchmesser in die Erde zu setzen und auf dieselbe einen behauenen Stein mit einer Bohröffnung von 5 oder 6 Zoll Durchmesser zu setzen. In diese Röhre nun läßt man einen Meißelbohrer von 3 bis 400 Pfund Schwere spielen. Ein Arbeiter auf einem Gerüste bewegt einen Schwengel auf und nieder, welcher den Meißelbohrer zwei Fuß hoch hebt und ihn dann durch sein eignes Gewicht niederfallen läßt. Der Meißelbohrer ist mit einem Rotang-Seil am Schwengel befestigt; man befestigt auch an demselben ein hölzernes Dreieck, und ein Mann, welcher neben dem Seile sitzt, ergreift das Dreieck bei jedem Schwengelhub und läßt es eine halbe Umdrehung machen, damit der Meißelbohrer beim Niederfallen eine andere Richtung nehme. Von sechs Stunden zu sechs Stunden löst man die Arbeiter ab und arbeitet so Tag und Nacht. Man braucht manchmal drei Jahre, um das Bohrloch so tief niederzubringen, daß man Wasser findet.«

Diese Brunnen stoßen fast alle viel **brennbare Luft** aus; ja es giebt deren, die nichts anderes als dieses Gas liefern; man nennt sie Feuerbrunnen. Die Chinesen scheinen dieses brennbare Gas, welches weiter nichts als Kohlenwasserstoffgas ist, das von brennenden Kohlengruben herrührt, als Brennmaterial zu benutzen. Wenn man Herrn Imbert Glauben schenken kann, der sich übrigens wahrscheinlich in seiner Rechnung geirrt hat, so besitzen einige dieser Brunnen eine Tiefe bis zu 3000 Fuß.

Wenn wir uns nach Europa wenden, so finden wir den Gebrauch der artesischen Brunnen schon seit dem Anfange der neueren Zeiten im nördlichen Italien verbreitet, wie sich aus dem Wappen der Stadt Modena ergiebt, welches zwei Brunnenbohrer mit der Ueberschrift enthält: Avia pervia. Ein Professor am medicinischen Lyceum dieser Stadt gab im Jahr 1691 ein Handbuch der Physik heraus, in welchem man interessante Auskunft über die Beschaffenheit der Gebirgsformationen, über den Lauf der Gewässer, über den Ursprung der Springbrunnen, über das Verfahren, Brunnen mit **Hülfe des Erdbohrers** herzustellen und endlich über die treffliche Beschaffenheit der aus solchen Bohrlöchern springenden Gewässer findet. Vor seiner Anwendung in Frank

reich, das heißt gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hatte schon Dominique Cassini in der Festung Urbain einen Bohrbrunnen herrichten lassen, dessen Wasser 15 Fuß hoch emporsprang, und wurde dieses Wasser in eine Röhre gefaßt, so stieg es bis zum Gipfel der Häuser. Cassini bemühte sich, in Frankreich die Verfahrungsarten bekannt zu machen, die er in seinem früheren Vaterlande kennen gelernt hatte. »In einigen Oertlichkeiten des Gebietes von Modena und Bologna,« sagt er, »bohrt man, um springendes Wasser, ja selbst um sehr tiefe Brunnen zu erhalten, so tief nieder, bis die Erde durch die Kraft des Wassers aufgetrieben zu werden scheint, welches unter derselben fließt und seinen Druck ausübt. Alsdann construirt man eine doppelte Auszimmerung, deren Zwischenraum man mit gut geknetetem Lehm ausrammt. Man geht dann mit dem Bohrloche tiefer nieder und setzt die Auszimmerung fort, bis zu dem Augenblicke, wo die Quelle angehauen werden soll. Alsdann bohrt man den Boden mit einem langen Bohrer an, der dem Wasser Austritt gewährt. Hat man nun den Bohrer zurückgezogen, so dringt das Wasser gewaltsam nach, füllt den ganzen Brunnen und dient bei seinem beständigen Fließen dazu, die benachbarten Felder zu bewässern. Vielleicht kommen diese Wässer in unterirdischen Canälen von dem Gebirge der Apenninen herab, welches von hier etwa 10 Meilen entfernt ist.«

Cassini fügt hinzu, daß in Niederösterreich, welches von den steyerischen Bergen umgeben ist, die Bewohner sich ziemlich auf dieselbe Weise Wasser verschaffen.

Die erste gedruckte Erwähnung von in Frankreich erbohrten Brunnen findet man in Belidors Werk über die Ingenieurwissenschaft, welches im Jahre 1729 erschien. »Man hat auch,« sagt Belidor, »noch eine andere Art von Brunnen, gebohrte Brunnen genannt, welche das Eigenthümliche haben, daß das Wasser von selbst bis zu einer gewissen Höhe emporsteigt, so daß man keine Bewegung auszuführen braucht, um es zu erlangen, als die Mühe anzuwenden, es aus dem Becken zu schöpfen, in welches sich dasselbe zu ergießen pflegt. Es wäre zu wünschen, daß man solche Brunnen in jeder Art der Oertlichkeit anlegen könnte, was nicht möglich zu sein scheint, weil Umstände hinsichtlich des Terrains vorausgesetzt werden müssen, die sich nicht überall finden.«

Aber in Ermangelung von Beschreibungen liefern die alten artesischen Bohrbrunnen, die noch heut zu Tage bestehen, den Beweis, daß der Erdbohrer und seine Anwendung schon seit langer Zeit bekannt sind. Der älteste in Frankreich bekannte Bohrbrunnen soll aus dem Jahre 1126 herrühren und befindet sich zu Lillers in der Grafschaft Artois im alten Karthäuserkloster. Das Bohren ist in dieser Gegend äußerst leicht und ohne große Kosten; auch findet man an der Seite von Carvin und in der ganzen Ebene einen oder mehrere Bohrbrunnen vor jedem Bauernhause. Diese große Leichtigkeit der Ausführung ist zum Theil die Ursache der Routine gewesen, bei welcher die Brunnenbohrer der Gegend verblieben sind. Sie fanden erst dann einige Schwierigkeiten, als sie in den Departements du Nord und de la Somme herbeigerufen wurden, um ähnliche Brunnen zu bohren.

Im Jahre 1824 ließ Herr Péligot den ersten artesischen Brunnen

zu Enghien im Departement der Seine ausführen. Im Jahre 1828 erhielten die Herren Gebrüder Flachat die ersten springenden Wässer von der Basis der tertiären Gebirgsformationen bei ihren Bohrversuchen zu Saint-Ouen. Dieses Ergebniß, welches in einer Tiefe von 67 Meter erlangt wurde, machte großes Aufsehen. Im Jahre 1830 hatte ich zu Tours das Glück, zuerst die Kreide zu durchsinken und im Grünsande der Glauconie in einer Tiefe von 140 Meter springendes Wasser zu finden. Seit der Zeit haben sich die Bohrversuche vermehrt und, indem sie auf eine rationelle Theorie und auf die Anwendung mannichfaltiger mechanischer Mittel, je nach den zu durchsinkenden Gebirgsformationen und den zu überwindenden Schwierigkeiten, gegründet wurden, eine große Entwickelung erlangt.

Zweites Capitel.

Kurze Uebersicht der Geologie.

Die Geologie ist die Geschichte der Erde; diese Wissenschaft sammelt, stellt neben einander und umfaßt alle Elemente, welche die physische und natürliche Welt einschließt.

Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ist die Geologie mehr als andere Wissenschaften berufen, nützliche und unentbehrliche Hülfe zu gewähren; denn diejenigen dieser Elemente, welche der Mensch aufsucht, welche er für seine Bedürfnisse gestaltet und die er zum Nutzen seiner Industrie ausbeutet, bilden eine kleine Zahl, sind in der Masse zerstreut und häufig in derselben vergraben, die unendlich beträchtlicher ist, als alle anderen Theile. Wie sie nun wieder erkennen? An welchem Ort und an welchem bestimmten Punkte sie wiederfinden? Die Geologie allein kann uns die Mittel kennen lehren, um diese Aufgabe zu lösen; denn ihr Zweck besteht vor allem gerade im Erkennen und im Unterscheiden. Mit ihr wollen wir ausführlich die Zusammensetzung und die innere Structur der Erde studiren; wir wollen aufmerksam in der Zeit und im Raume die Anordnung, die Aufeinanderfolge und die Lagerung der Massen verfolgen, von welchen sie gebildet wird; und haben wir diese Kenntnisse erst einmal erlangt, so wird es uns leichter werden, die Untersuchungen zu bestimmen, welche den speciellen Gegenstand dieser Arbeit ausmachen, und die Entdeckungsmittel anzuwenden, die sich unserer Wahl darbieten werden.

Aber bevor wir direct zum geognostischen Studium der Erde übergehen, sei es uns verstattet, etwas weiter in ihrer Geschichte auszuholen und wo möglich bis zu ihrem Ursprunge zurückzugehen. Diese Digression wird von Nutzen sein, um besser die Erscheinungen beurtheilen zu können, welche ihrer Bildung vorangegangen sind, und um besser die Beziehungen der Aufeinanderfolge und der allgemeinen Structur der Massen zu begreifen, welche die feste Rinde derselben bilden.

Die Erde befand sich ehemals in einem Zustande der Weichheit oder der glühenden Flüssigkeit, welche von dem feurigen Flusse aller Theile herrührt, aus denen die Erde zusammengesetzt ist. Bei dieser Weichheit und unter der Einwirkung der Centrifugalkraft, welche durch ihre umdrehende Bewegung entwickelt wurde, mußte sie die sphäroidische Form annehmen, welche sie noch gegenwärtig besitzt und die jede gleich ihr flüssige und mit derselben Bewegung begabte Masse annehmen würde. Dieser Zustand der Flüssigkeit war nicht dauernd, und die Erde mußte Umstände der Abkühlung erfahren, welche sie verändert haben, indem sie einen Theil ihrer Masse umwandelten. Das unmittelbare Ergebniß dieser Abkühlung ist die Bildung eines ersten, starren Häutchens

geweſen, welches ſie gänzlich einhüllte. Mit der Zeit zog ſich dieſes Häutchen zuſammen in Folge der allmählichen Herabſtimmung der Temperatur; es preßte dann das noch flüſſige Innere zuſammen, und ſo ſind die zahlreichen Riſſe entſtanden, durch welche der flüſſige Inhalt der Erde, nach Außen getrieben, ſich über die Oberfläche ergoß und die erſten Erhabenheiten derſelben bildete.

Zu jener Zeit ſchwebten eine große Menge von Stoffen, welche jetzt die feſte Erdrinde bilden, im Zuſtande von Gas oder von Dämpfen in der Atmoſphäre und unter andern die ganze Waſſermaſſe, welche gegenwärtig einen Theil der Erdoberfläche bildet. Als nun die Abkühlung fortdauerte, trat ein Zeitpunkt ein, wo das flüſſige Element ſich zu verdichten begann und ſich auf die Oberfläche der feſten Erdhülle herabſtürzte, zugleich auch alle anderen Subſtanzen, welche ſich im Zuſtande von Dämpfen in der Atmoſphäre befanden, mit herabriß. Dieſe trugen denn nun zur Bildung der feſten Erdrinde mächtig bei, indem ſie aus ihren höheren Regionen ſich niederſchlugen. Nachdem dieſe erſten Wirkungen einmal eingetreten waren, gaben ſie gewiſſermaßen die Grundlagen und das Signal zu ſpäteren ähnlichen Wirkungen, welche die Bildung der feſten Erdrinde vollendet haben.

Nachdem die aus der Verdichtung der Dämpfe herrührenden Gewäſſer auf die Oberfläche des Bodens niedergerieſelt waren, zogen ſie ſich in die Vertiefungen und Unebenheiten zurück, welche ſchon auf dieſer Oberfläche beſtanden; ſie theilten ſich in beſchränkte und umſchriebene Becken und begannen ſogleich auf das anliegende Geſtein einzuwirken; die häufigen und mehr oder weniger gewaltſamen Bewegungen, welche die feſte Maſſe erſchütterten, begünſtigten dieſe Wirkung in hohem Grade. Zahlreiche Bruchſtücke aller Arten wurden an den umgebenden Ufern gewaltſam abgeriſſen, weit fortgeführt, gerieben, abgenutzt und in ruhigeren Tiefen angeſammelt. Von dieſem Augenblicke an bildeten ſich die erſten pneumatiſchen oder geſchichteten Ablagerungen.

Die organiſche Welt ſäumte nicht lange, auf dieſer bewohnbar gewordenen Erde zum Vorſchein zu kommen, wo der Boden, das Waſſer und eine angemeſſene Temperatur ſchon die nothwendigen Bedingungen für die Exiſtenz lebender Geſchöpfe darboten. Das Pflanzenreich hatte ohne Zweifel zuerſt Repräſentanten auf dieſem neuen Boden; ſodann kamen die Thiere in großer Zahl auf einmal, wenn man nach den Ueberreſten urtheilen darf, die ſie in den Schichten zurückgelaſſen haben, deren Formation jener Zeitperiode angehört.

Seit jener erſten Epoche des Urſprunges der Erdkugel ſind Umwälzungen auf ihrer Oberfläche eingetreten; zahlreiche Paroxysmen haben ihre Maſſe in verſchiedenen Wiederholungen gewaltſam erſchüttert; der zerriſſene und an mehreren Punkten zertrümmerte Boden ſah häufig Subſtanzen zum Vorſchein kommen, die auf eine gewaltſame Weiſe aus dem in Bewegung geſetzten Mittelpunkte hervordrangen; die Erhöhungen der Erdoberfläche wurden verändert, die Meere verließen ihre Betten und überſchritten ihre Grenzen; die vulkaniſchen Gebirge bedeckten auf mehreren Punkten die früher aus dem Waſſer abgelagerten Materialien; dieſe nun ſchlugen ſich von Neuem auf den Maſſen nieder, welche ihre erſten Repräſentanten eingehüllt hatten; die Horizontalität und das Streichen der Schichten wurden geſtört; die organiſchen Geſchöpfe folg-

ten rasch auf einander, indem sich die Racen in der Zeit und im Raume bis zum gegenwärtigen Augenblicke veränderten, wo die scheinbare Ruhe der Erde vielleicht nur temporär ist und vielleicht eine neue Revolution in ihrem Gefolge hat, welche noch einmal die Umrisse der Erdkugel verändern würde.

Diese allgemeinen Betrachtungen über die erste Geschichte der Erde werden ausreichend sein zum Verständniß der Thatsachen, die wir im Verlaufe dieses Werkes zu untersuchen haben werden; was für uns jetzt am wichtigsten sein wird, dürfte sich darauf beschränken, die Zusammensetzung, die Structur und die Ordnung der chronologischen Aufeinanderfolge der Mineralmassen, aus denen sie besteht, gut kennen zu lernen.

Zusammensetzung des Bodens.

Die Materialien, welche die feste Erdrinde bilden, können nach ihrer Natur und nach ihrer Zusammensetzung unter folgende Hauptrubriken: Mineralien, Gesteine, Fossilien, gebracht werden.

Mineralien.

Unter Mineral hat man zu verstehen jeden natürlichen, unorganischen Körper, den man im Innern der Erde oder an ihrer Oberfläche findet, der eine bestimmte chemische Zusammensetzung und eine mehr oder weniger regelmäßige Form hat.

Die regelmäßige Form der Mineralien ist das, was man Krystallisation genannt hat; sie bildet mit der chemischen Zusammensetzung den Grundcharakter zur Unterscheidung der Art des Minerals. Es ist hier nicht der Ort, die charakteristischen Merkmale zu erörtern, durch welche sich die Mineralien unterscheiden, ihre Benennung aufzuführen und ihre Geschichte zu geben; es genügt uns vielmehr die Bemerkung, daß die Mineralien die Grundbestandtheile der Gesteine sind, und in dieser Beziehung wollen wir wenigstens in Kürze diejenigen anführen, welche eine bedeutende Wichtigkeit darbieten. Wenn wir nach der Ordnung des reichlichen Vorkommens diese hauptsächlichen mineralischen Arten anführen, so haben wir den Quarz, den Feldspath, den Glimmer, den Talk, die Hornblende, den Augit ꝛc.; ferner den kohlensauren Kalk, das Steinsalz; einige fossile Brennmaterialien; und unter den metallischen Arten kaum eine einzige, das Eisenoxydhydrat. Die erste Reihe, vom Quarz bis zum Augit, bildet unstreitig die beträchtlichste Portion der festen Erdrinde; die Mineralien, aus welcher sie bestehen, bilden ganz allein sogenannte krystallinische oder Urgebirge, welche, wie wir später finden werden, alle andern Gebirge zusammen genommen an Mächtigkeit bei weitem übertreffen.

Gesteine.

Die Gesteine sind aus Mineralien zusammengesetzt, bald aus einer einzigen Mineralart, wenn diese in mächtigen Massen vorkommt und eine wichtige Rolle in der Zusammensetzung der festen Erdrinde bildet, bald aus mehreren verbundenen Arten, was am häufigsten der Fall zu sein pflegt. Zur Zahl der Grundbestandtheile der Gesteine kann man auch die Fossilien zählen, deren Zahl und Anhäufung manchmal an eini-

gen Punkten ausreichend ist, um fast die ganze Masse gewisser Kalk- oder Kieselgesteine zu bilden. Die Gesteine sind nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit bald in Quarz-, Kalk-, metallische Gesteine u. s. w., bald nach ihrer Structur und der Anordnung ihrer Elemente in Granit-, Porphyr-, erdige, dichte, körnige, krystallinische Gesteine u. s. w., bald nach ihrem Alter in alte, neuere, Ur-, secundäre und tertiäre Gesteine, und endlich nach ihrer ursprünglichen Beschaffenheit in neptunische, fortbewegte, ausgebrochene, ergossene und krystallisirte Gesteine rc. klassificirt worden. Die Gesteine sind bald einfach, das heißt aus einem einzigen Bestandtheile gebildet, bald zusammengesetzt, das heißt sie bieten eine große Menge von Bestandtheilen dar. Im zweiten Falle können sie homogen oder heterogen sein; sie sind homogen, wenn die Bestandtheile innig gemengt und mit dem unbewaffneten Auge, wie bei dem Basalt, nicht zu unterscheiden sind; und heterogen im entgegengesetzten Falle, wie der Granit und die Porphyre.

Die Zahl der bis jetzt aufgestellten Gesteine ist, je nach den Naturforschern, mehr oder weniger beträchtlich. Man kann sie indessen um gewisse Grundformen herum gruppiren, deren Zahl beschränkter ist, und welche, obschon sie ihre Hauptmerkmale hervortreten lassen, dennoch gestatten, die Beschreibung derselben zu vereinfachen und abzukürzen.

Gruppe der Granitgesteine. Der Granit giebt für diese Abtheilung die Grundform her; er besteht aus drei Elementen in ziemlich gleichen Verhältnissen, aus Quarz, aus Feldspath und aus Glimmer; das Ganze ist krystallinisch. Die Elemente desselben sind deutlich zu erkennen, jedoch untereinander gemischt, und die Textur dieses Gesteines ist von solcher Beschaffenheit, daß man es leicht von jedem anderen unterscheiden kann. Um den Granit gruppirt sich der Syenit, wo der Glimmer durch Hornblende ersetzt ist; dieses ist z. B. das Gestein, aus welchem der prächtige Monolith von Luxor besteht; der Protogyn, wo der Glimmer durch Talk oder Chlorit ersetzt wird; dieses ist das Gestein, welches die Riesenkuppel des Mont-Blanc bildet und welches man in den Vogesen, auf der Insel Corsika, in der Bretagne u. s. w. findet; der Pegmatit, der nur Quarz und Feldspath enthält und dessen Zersetzung das Kaolin liefert; der Diorit, aus Feldspath und Hornblende zusammengesetzt, von grünlicher Farbe und von welchem eine besondere Art, die durch ihre Structur merkwürdig ist, auf der Insel Corsika gefunden wird; sie ist bekannt unter der Benennung kreisförmiger Porphyr in diesem Lande. Noch viele andere Gesteine gehören zur Gruppe der Granitgesteine, aber wir haben nur die hauptsächlichsten anführen wollen. Was den eigentlichen Granit anlangt, so ist er zur Genüge bekannt, und wir brauchen uns nicht weiter über seine charakteristischen Merkmale zu verbreiten; wir fügen nur noch hinzu, daß die Granitgesteine und ganz besonders der Granit die Grundlage fast des ganzen festen Gerippes des Erdkörpers bilden. Das erste Häutchen, welches sich auf der Oberfläche der Erde bildete, als dieselbe aus dem Zustande des feurigen Flusses in denjenigen einer theilweise festen Masse überging, ist nach der allgemein angenommenen Meinung von granitischer Beschaffenheit.

An die Gruppe der granitischen Gesteine schließen sich, in Ermangelung eines bestimmten Platzes in der Benennung der Gattungen, drei

Hauptgesteine an, deren Textur und Zusammensetzung zwar dieselbe, wie diejenige der granitischen Gesteine ist, deren Structur aber im Großen den geschichteten Gesteinen angehört; wir meinen nämlich hier den Gneis, den Glimmerschiefer und den Talkschiefer. Der Gneis ist ein krystallinisches Gestein, welches Feldspath und Glimmer zur Grundlage, dabei eine schieferartige Structur hat; der Glimmerschiefer ist ein ähnliches Gestein, nur ist der Feldspath durch Quarz ersetzt; der Talkschiefer besteht endlich aus Quarz und Talk, hat ebenfalls eine krystallinische und schieferartige Structur. Diese Gesteine liegen in der Regel sehr tief in der aufsteigenden Reihe der Erdschichten. Sie bilden die Basis der geschichteten neptunischen Gebilde; auch sind sie selbst sehr deutlich geschichtet.

Metamorphismus. Der Ursprung dieser Gesteinarten mit ihren gemischten Charakteren ist häufig der Gegenstand sehr lebhafter Streitigkeiten von Seiten der Geologen gewesen. Man nimmt in der Regel jetzt an, daß sie ursprünglich im Schooße der Gewässer im Zustande des Sedimentes abgesetzt, daß sie aber später umgewandelt oder, wie man zu sagen pflegt, unter der Einwirkung plutonischer Agentien in krystallinische Gesteine, unter Beibehaltung ihrer ursprünglichen Structur, metamorphosirt worden sind.

Es ist schon lange Zeit her, daß man die Beobachtung gemacht hat, daß gewisse neptunische Gesteine in der Nähe der plutonischen Gesteine ganz andere Charaktere darboten, als sie gewöhnlich zu haben pflegen, und als sie selbst in einer geringen Entfernung von da besitzen. Man hatte z. B. beobachtet, daß die Bänke der Kreide oder des dichten Kalksteines eine zuckerähnliche oder blätterige Structur annahmen, sobald sie sich dem Basalte näherten, und man hatte geglaubt, diese Eigenschaften der Wirkung der Hitze zuschreiben zu können, welche durch dieses Ergießungsgestein mitgetheilt wird. Da die Kalkgesteine der Länder mit fallenden Gebirgsschichten gewöhnlicher die zuckerähnliche Structur besitzen, als diejenigen der horizontal geschichteten Gebirgsformationen, so wurde man auch bewogen, diese Eigenschaft derselben Ursache zu zuschreiben. Aber gewisse Schriftsteller sind noch weiter gegangen; enorme Kalklager hatten, in Berührung mit Melaphyr, einen eigenthümlichen Umstand in ihrer Zusammensetzung dargeboten und zwar, daß sie sehr stark von Talkerde durchdrungen waren, während andere zu denselben Gliedern gehörige Lager, nur weiter entfernt vom umwandelnden Agens, reiner Kalk geblieben waren.

Aus diesem Umstande hat man gefolgert, daß eine große Menge von Dolomitlagern ursprünglich Kalk gewesen sind, aber, gedrängt von gewissen emporgehobenen Gesteinen und unterstützt durch die erweiternde Wirkung der Wärme in ihren Poren, sublimirte Talkerde aufgenommen und sich mit letzterer auf eine der Cämentirung des Stahles ähnliche Weise verbunden haben. Uebrigens ist diese Hypothese, welche die Formation mehrerer Gesteinsarten unter einem ganz neuen Gesichtspunkte darstellt, nicht auf den Dolomit allein beschränkt; viele andere Gesteine, welche Talkerde oder andere Substanzen enthalten, die ebenfalls durch Sublimation eingedrungen sind, befinden sich in demselben Falle. Man hat auch angenommen, daß die Emporhebung der plutonischen Steinmassen im Stande gewesen sei, die neptunischen Gesteine so stark zu er-

hitzen, um in denselben eine hinlängliche Ausdehnung oder eine Erweichung zu bewirken, um dem Spiele der Verwandtschaften Gelegenheit zu geben, durch eine ähnliche Erscheinung, wie wir sie in den geschmolzenen Körpern beobachten, die unter günstigen Umständen erkalten, neue krystallinische Körper zu bilden. Dieses Spiel der Verwandtschaften, welches durch die Wärme bewirkt wird, beschränkt sich endlich nicht darauf, einzelne Krystalle zu erzeugen, sondern die Umwandlung verbreitet sich auf ganze Massen, wie z. B. auf diejenigen des Gneises, des Glimmerschiefers, des Talkschiefers u. s w., deren wir oben Erwähnung gethan haben und von welchen mehrere ausgedehnte Gegenden einnehmen.

Gruppe der porphyrischen Gesteine. Der Porphyr bildet die Grundform dieser Gruppe. Er ist ein Gestein mit Feldspathbase, indem er in einer homogenen Masse, deren Farbe verschieden ist, sehr nette Feldspathkrystalle von hellerer Farbe oder wenigstens von anderer als derjenigen der Masse enthält. Die Porphyre sind sehr häufig quarzführend oder hornblende- oder augithaltig u. s. w.; daraus entspringen die verschiedenen Farben, welche sie darbieten und welche vom Ziegelroth zum Dunkelroth, zum Schwarz, zum Grün u. s. w. sich abändern. Dieses Gestein ist bekanntlich, wegen der Politur, die es annimmt, und wegen seiner sehr großen Härte, äußerst gesucht. Die Alten bedienten sich desselben zu ihren Statuen, ihren Gräbern, ihren Monumenten u. s. w. Diese Gruppe bietet wenig Varietäten dar. Der antike rothe Porphyr hat die Zusammensetzung, die oben angegeben worden; der Augit-Porphyr von schwarzer Farbe ist bekannt unter dem Namen Melaphyr. Der Porphyr kommt auch manchmal in großen Bruchstücken vor, welche durch einen Thonkitt mit einander verbunden sind. Ich will hier diejenigen anführen, welche gewisse Kohlenlager des schönen Beckens von Saarbrücken begrenzen und diejenigen, welche man häufig in den Bergwerken von Litry (Calvados) findet.

Gruppen der Trachyt- und Basaltgesteine (vulkanische Gesteine). Die Trachyte sind Gesteine, welche in allen vulkanischen Formationen sehr häufig vorkommen; sie bestehen fast ausschließlich aus Feldspath und zwar derjenigen Unterart desselben, welche man Albit nennt. Diese Gesteine sind in der Regel graulich, aschenfarbig oder dunkler, bald dicht und sehr hart, bald zerreiblicher und granitähnlich; und in diesem letzteren Falle bieten sie ganz nette Krystalle des Feldspathes dar, aus welchem sie bestehen, und den man sehr deutlich an seinem Glasglanze und an seiner gleichsam blätterigen Textur unterscheidet. Die Basalte enthalten mit ein wenig Feldspath derselben Art, wie diejenige der Trachyte, viel Augit, welcher ihnen eine charakteristische, schwarze Farbe giebt. Die Basalte sind in der Regel sehr dicht, homogen, sehr hart. Diese Felsart zeichnet sich aus durch ihre prismaähnliche Form, unter welcher sie sich an mehreren Punkten darstellt. Sie verdankt diese Form der homogenen Beschaffenheit ihrer Masse und hat sie durch Schwinden erlangt, indem letztere aus dem Zustande der flüssigen Lava in den festen Zustand überging. Die Trachyte und die Basalte bilden die Basis der alten oder neueren vulkanischen Gebirge. Die Bestandtheile, aus welchen sie zusammengesetzt sind, finden sich in allen andern vulkanischen Gesteinen und sie differiren von diesen beiden

so zu sagen ersten Grundformen nur durch die Textur oder die Gruppirung der Molecule. Dahin gehören die Schlacken, sowohl die trachitischen, als die basaltischen, die sich durch ihre schwammige oder zellige Structur auszeichnen, die Aschensteine, die man mit Nutzen zu den Trottoirs benutzt hat; der Bimsstein (der zelligfasrige); der Obsidian, eine Art vulkanischen Glases; der vulkanische Tuff, der in der Umgegend von Rom und Neapel enorme Massen darbietet und in welchem sich die schönen Pausilippo-Grotten befinden.

Gruppe der Kalksteine. Der Kalk ist ein Gestein, welches aus einem einzigen mineralischen Bestandtheile, dem kohlensauren Kalke, gebildet ist. Dieses Gestein ist zu bekannt, als daß wir es für nützlich erachten sollten, hier lange dabei zu verweilen; es wird immer leicht sein, den kohlensauren Kalk an dem sehr lebhaften Aufbrausen zu erkennen, das er in den Säuren hervorbringt, so wie an seiner vollständigen Zersetzung nach sehr kurzer Zeit in einigen dieser Säuren, z. B. in der Salzsäure. Wir wollen bloß die Hauptvarietäten des Kalkes andeuten. Der Kalkspath oder der krystallisirte Kalk ist für uns nur zufällig; der blätterige Kalk oder der zuckerähnliche, gewöhnlich Bildhauermarmor genannt, von weißer, mehr oder weniger reiner Farbe; der gewöhnliche Kalkmarmor von verschiedener Farbe oder Aderung; der feine dichte Kalk oder der lithographische Stein; die gewöhnlichen, weniger feinen, dichten Kalksteine; die Kreide von erdiger Textur; der Grobkalk der Umgegend von Paris, dessen neptunischer Ursprung deutlich verrathen wird durch die Trümmern, aus denen er offenbar zusammengesetzt ist, und durch die große Quantität von Ueberresten organischer Körper, die er enthält; die groben und zelligen Kalkconcretionen, oder der Kalktuff und der Travertino; derselbe in feiner, durchscheinender, oft gebänderter Masse oder der Alabaster; der Kalk aus rogensteinartigen Concretionen in einer Masse, die aus kleinen, dem Anscheine nach rundlichen Geröllkörnern zusammengesetzt ist, die aber in der That nur aus kleinen Concretionen von concentrischen Schichten und der Größe eines Gerstenkornes bis zu derjenigen eines Hirsenkornes bestehen. Der erbsensteinförmige Kalk von gleicher Beschaffenheit, wie der vorhergehende und sich nur durch die Größe der Körner &c. unterscheidend. Das Kalkgestein kommt in mehr oder weniger mächtigen, mehr oder weniger ausgebreiteten Schichten vor und nur manchmal in Massen, was besonders dann der Fall ist, wenn es aus Concretionen entstanden ist.

Der Gyps ist ein Gestein, das aus schwefelsaurem Kalkhydrat besteht. Es wird immer leicht sein, ihn von dem vorhergehenden Gestein durch seine Härte zu unterscheiden, die weit geringer ist, ferner auch durch den Umstand, daß der Gyps in den Säuren nicht aufbraust. Seine Farbe ist in der Regel weiß, seine Structur meistentheils krystallinisch, blätterig, zuckerähnlich, faserig, seltener dicht. Diese Differenzen der Structur wechseln so zu sagen mit der Beschaffenheit der Formationen, in welchen man ihn findet, und sie gewähren manchmal ein nützliches Merkmal, um das Alter jener zu unterscheiden. Der Gyps kommt in der Regel in Schichten, seltener in Stöcken vor. Letzterer Fall ereignet sich dann, wenn der Gyps das Erzeugniß der schwefeligen Emana-

tionen ist, die, aus dem Inneren der Erde hervordringend, auf die Oberfläche des Kalkgesteines eingewirkt haben.

Das Steinsalz ist ein Chlornatrium. Die charakteristischen Merkmale desselben sind uns zur Genüge bekannt und nicht von denen des künstlich dargestellten Salzes verschieden. Das Steinsalz ist indessen öfters ein wenig unrein, enthält thonige Substanzen, Metalloxyde, bietet Farben dar, welche vom schmutzigen Grau bis zum Weißen und Gelblichen wechseln, manchmal in Roth, in Blau und in Violet übergehen. Wir verweisen in Betreff der verschiedenen Lagerungsverhältnisse des Steinsalzes auf das treffliche Werk des Herren Amédée Burat, welches den Titel führt: Géologie appliquée, und von welchem unlängst die zweite Auflage erschienen ist; zu Ende dieses Capitels wollen wir uns darauf beschränken, noch einiger Bohrarbeiten zu erwähnen, die in dieser Formation ausgeführt worden sind.

Wir könnten in dieser Gruppe von Gesteinen noch einige andere Substanzen anführen, die zu derselben Abtheilung gehören, z. B. den schwefelsauren Baryt, den man manchmal im Zustande eines neptunischen Gesteins antrifft, der aber häufiger die metallführenden Gänge begleitet; den schwefelsauren Strontian, den man reichlich in gewissen Lagern der pariser tertiären Gebirgsart findet, auch in einigen Ablagerungen von gediegenem Schwefel, z. B. auf Sicilien; den flußsauren Kalk, den wasserleeren Gyps u. s. w.; aber alle diese Gesteine haben, verglichen mit dem Kalk und dem Gyps, nur eine sehr geringe Wichtigkeit.

Gruppe der thonigen und der thonschiefrigen Gesteine. Den Namen Thon ertheilt man Substanzen, die zum großen Theile aus kieselsaurer Thonerde mit ein wenig Eisenoxyd und einigen andern zufälligen Substanzen bestehen. Viele Thonarten besitzen die Eigenschaft, im Wasser einen Teig zu bilden; andere verlieren ihre Consistenz in diesem Element, ohne darin aufgeweicht zu werden. Sie sind in der Regel erdig fein anzufühlen, von graulicher Farbe und schiefriger Structur. Man kennt mehrere Varietäten derselben und zwar den Kaolin, der gewissermaßen der eigentliche und unter allen der reinste Thon ist. Bekanntlich wird diese Erde zur Fabrikation des Porzellans verwendet und hat gewöhnlich eine reine weiße Farbe; man findet sie gewöhnlich im Granitgebirge, hauptsächlich in der Nachbarschaft der Pegmatite, eines Gesteins, aus denen sie entstanden ist. Der beste Kaolin ist der chinesische; es giebt sehr schöne Kaolinlager zu Saint-Yrieux bei Limoges. Die Walkererde läßt sich sehr leicht in Wasser aufweichen, giebt letzterem ein seifenartiges Aussehen und die Eigenschaft, die Gewebe zu entfetten; man findet sie hauptsächlich in dem unteren Theile der Kreidegebirge. Der gewöhnliche Thon, auch bekannt unter den Benennungen bildsamer Thon, Pfeifenerde und Töpferthon, giebt mit Wasser einen zähen Teig, der die Formen behält, welche man ihm mittheilt, und der durch die Wirkung des Feuers hart, zerbrechlich und rauh anzufühlen wird. Im trocknen Zustande ist er gewöhnlich zerreiblich und im angefeuchteten Zustande weich. Den gewöhnlichen Thon findet man in der Regel in allen neptunischen Formationen, entweder in geschichteten Lagern, oder auch in mehr oder weniger mächtigen Stöcken. Der gewöhnliche Lehm unterscheidet sich vom Thon nur dadurch, daß er

sandiger, eisenschüssiger, mergelartiger ist, und daß man ihn gemeiniglich näher an der Oberfläche findet.

Der Thon bietet ziemlich oft eine blätterige Structur dar, indem er eine größere Härte annimmt und zwar in dem Maße, als man ihn tiefer in der Reihe der geschichteten Lager findet. Er erhält dann häufig den Namen Schiefer, Thonschiefer, schiefriger Thon. Die Benennungen Schiefer, schiefriges Gestein werden übrigens häufig angewendet, um alle Arten von Mineralsubstanzen zu bezeichnen, welche die Textur besitzen, die man schieferartig genannt hat. Die Schiefer sind also chemisch das Ergebniß der Vermischung mehrerer kieselsaurer Salze und besonders der kieselsauren Thonerde; man unterscheidet mehrere Varietäten der Schiefer: den eigentlichen Schiefer, der weiter nichts ist, als ein erhärteter Thon mit schieferartiger Structur; den Dachschiefer, zäh und sehr dicht und fähig, durch mechanische Theilung Blätter von einer großen Dimension zu geben und sich fast ins Unendliche spalten zu lassen; den Wetzsteinschiefer mit dichter Schieferstructur, der zum Schärfen der metallischen Schneiden benutzt wird; den Blätterschiefer von mehr oder weniger dichter Beschaffenheit, glänzend und Krystalle enthaltend; den Graphitschiefer und den Alaunschiefer (Ampelit) u. s. w. Man findet die Schiefer in der ganzen Reihe der Wasserablagerungen: der eigentliche Schiefer kommt sehr reichlich in den Kohlen-Formationen vor; der Dachschiefer, der Blätterschiefer, in den Uebergangsgebirgen; der alaunhaltige Ampelit in der Kohlenformation; der Schrift-Ampelit in gewissen metamorphischen Formationen u. s. w.

Oft ist der Thon in veränderlichen Verhältnissen mit Kalk gemischt; die Mischung ist innig, das Gestein, welches daraus hervorgeht und dessen Textur offenbar ein feines, neptunisches Gestein ankündigt, erlangt manchmal eine große Dichtheit; ein andermal ist es mehr oder weniger zerreiblich oder erdig. Wenn die beiden Substanzen auf diese Weise in fast gleichen Verhältnissen vereinigt sind, so bezeichnet man dieses Gestein mit dem Namen Mergel; wenn der Kalk über den Thon vorherrscht oder letzterer über den Mergel, so erhält das Gestein die Benennungen Kalkmergel, Mergelkalk; im entgegengesetzten Falle heißt der Mergel thonig oder mergeliger Thon. Bekanntlich ist dieses Gestein in allen neptunischen Formationen sehr reichlich, hauptsächlich in den obersten Abtheilungen; es ist auch bekannt, welche Dienste es dem Ackerbau leistet; es ist deßhalb von Belang, es richtig zu unterscheiden. Wir haben an einem andern Orte gesagt, daß es immer leicht sei, den Kalk an dem sehr lebhaften Aufbrausen in einer Säure, wenn dieselbe auch schwach ist, zu erkennen. Dieses Aufbrausen rührt von der Entbindung der Kohlensäure her, die allmählich durch die neue Säure ersetzt wird, welche sich mit der alkalischen Base verbindet; der reine Thon ist in denselben Säuren ganz unauflöslich. Prüft man also durch obiges Experiment einen echten Mergel, so wird die geprüfte Quantität zur Hälfte in der Säure verschwinden; es wird ein größerer Theil desselben verschwinden, wenn der Mergel überschüssigen kohlensauren Kalk enthält, und ein kleinerer Theil, wenn er überschüssigen Thon enthält.

Gruppe der Quarzgesteine. In dieser Gruppe tritt zuerst

der gemeine Quarz oder der Quarz der Erzgänge auf, der uns nur ſecundär intereſſirt, denn man findet ihn nur in der Nähe der metallführenden Lager, oder als Begleiter derſelben, oder in Maſſen, welche in verſchiedenen Richtungen die unterſten Glieder des Uebergangsgebirges durchſetzen. Sodann kommen die Mühlſteine von verſchiedenen Altern und hauptſächlich diejenigen des tertiären Gebirges, z. B. diejenigen des Pariſer Beckens, welche ſich durch ihre zellige Structur, durch ihre Lagerungsverhältniſſe und durch ihre Benutzung ſo ſehr auszeichnen. Bekanntlich wird dieſer Stein vortheilhaft zu Conſtructionen verwendet, welche eine große Feſtigkeit in Anſpruch nehmen, wie z. B. zu den Feſtungswerken von Paris; die Mühlſteine von La Ferté-ſous-Jouarre, ſo geſchätzt, daß ſie nicht allein nach allen Theilen Frankreichs und Europas, ſondern auch nach Amerika verſendet werden; keine Steinart liefert ſo vollkommene Mühlſteine zur Darſtellung eines ſchönen Mehles. Die Feuerſteine ſind faſt nur eine Zufälligkeit in der Kreide, während die Hornſteine in der Reihe der Gebirge ꝛc. häufiger vorkommen. Aber unter allen Quarzgeſteinen kommt unſtreitig am reichlichſten der Sandſtein vor. Dieſer Stein iſt weiter nichts, als ein körniger Quarz oder eigentlich eine Zuſammenſetzung aus Quarzkörnern, welche durch einen Kitt derſelben Beſchaffenheit mit einander verbunden ſind. Der Sandſtein iſt bald ſehr feſt und dicht, bald mehr oder weniger zerreiblich. Wenn die Dichtheit deſſelben beträchtlich iſt und die Maſſe deſſelben kryſtalliniſch ſich darſtellt, ſo hat man die Varietät der Quarzite, welche ſich in den älteſten Formationen finden. Ein ſehr bekanntes Beiſpiel von ſehr dichtem und kryſtalliniſchem Quarz findet ſich ſogar in der Umgegend von Paris, und dieſes ſind die glänzenden Sandſteine, die man an mehreren Oertlichkeiten dieſes Beckens findet. Die Farben des Sandſteines ſind verſchieden: diejenige der Sandſteine der Umgebungen von Paris ſind ziemlich weiß; auf der Baſis des ſecundären Gebirges und in der oberen Abtheilung des Uebergangsgebirges findet man Sandſteine, die ſich durch ihre röthliche Farbe auszeichnen; weiter nach oben in der Reihe der neptuniſchen Schichten ſind ſie bunt und bieten viele andere Zufälligkeiten der Farbe dar, wodurch ſich gewiſſermaßen die Gebirgsformation charakteriſirt, welcher ſie angehören. Der Sandſtein kann vorkommen in Lagern oder mächtigen Bänken, auch in Stöcken und manchmal in Neſtern im Schooße der andern neptuniſchen Schichten.

Wenn die Kieſelkörner, ſtatt mit einander verkittet und zu Sandſtein verbunden zu ſein, im unverbundenen Zuſtande vorkommen, ſo bilden ſie den Sand. Im ausgedehnten Sinne hat man manchmal dieſe Benennung auf jedes Trümmergeſtein angewendet, welches aus mehr oder weniger harten Körnern zuſammengeſetzt war und aus aufgelöſtem und durchs Waſſer zerriebenem Granit-, Porphyr-, Baſaltgeſtein ꝛc. herrührte. Daher die Benennungen granitiſcher, baſaltiſcher Sand u. ſ. w.

Die Quarzgeſteine erkennt man immer an ihrer Härte; der Quarz ritzt das Glas und die meiſten Mineralſubſtanzen. Vermöge dieſer charakteriſtiſchen Eigenthümlichkeit kann man dieſe Subſtanz leicht von jeder anderen unterſcheiden.

Gruppe der brennbaren Geſteine. Dieſer Geſteine hat

man hauptsächlich vier: den Anthracit, die Steinkohle, den Lignit und den Torf.

Der Anthracit unterscheidet sich dadurch von der Steinkohle, daß er nur schwierig, ohne Flamme, ohne Rauch, ohne Geruch brennt, schnell auslöscht und beim Erkalten sich kaum mit einem Ueberzuge von weißer Asche bedeckt. Seine Textur ist dicht, gewöhnlich in Bruchstücken. Der Anthracit gehört, wie wir finden werden, wenn wir von den Gebirgsarten handeln werden, einer älteren Formation an, als die Steinkohle.

Die Steinkohle hat eine schwarze, in der Regel reine und fast immer glänzende Farbe; sie ist nicht sehr hart, zerreiblich, aber niemals so weich, daß sie Eindrücke vom Fingernagel annähme. Im Gegensatze zum Anthracit brennt sie leicht mit einer weißen Flamme, einem schwarzen Rauch und einem eigenthümlichen Geruch; sie läßt nach ihrer Verbrennung einen Rückstand, der manchmal sehr reichlich ist. Die meisten dieser charakteristischen Merkmale der Steinkohle rühren von der Gegenwart des Erdpeches her, welches sie enthält, was aber im Anthracit nicht angetroffen wird. Die eine und die andere dieser Substanzen bestehen übrigens großentheils aus Kohle und erdigen Substanzen in veränderlichen Verhältnissen. Die Steinkohle bietet verschiedene Varietäten dar, welche sich sämmtlich in zwei Unterarten bringen lassen: in die fette und in die trockene Steinkohle; einige Varietäten der letzteren werden jetzt zu den Ligniten gerechnet, z. B. die cannel-coal der Engländer.

Die erste Unterart, die fette Steinkohle, ist leicht, ziemlich zerreiblich, sehr brennbar; sie brennt mit einer weißen und langen Flamme; sie blähet sich auf und scheint gleichsam zu schmelzen; sie bäckt leicht zusammen, welche Eigenschaft sie ihrem großen Gehalte an öliger Substanz verdankt. Sie giebt einen geringen Rückstand. Unter ihren Varietäten unterscheidet man: die würfelartige, die schieferartige, und die in Bruchstücke zerfallende Steinkohle. Die trockene Steinkohle ist weniger schwarz, fester und schwerer als die vorhergehende; sie brennt nicht so gut, bläht sich weder auf, noch bäckt sie zusammen und läßt auch wenig Rückstand. Ihre Flamme ist bläulich. Beim Brennen giebt sie viel schwefeligsaures Gas aus, was von der großen Quantität der Schwefelkiese herrührt, die sie enthält.

Lignit. Bekanntlich findet man diese kohlige, fossile Substanz bald unter Beibehaltung ihres Holzgewebes und nur theilweise umgewandelt, bald dagegen in Gestalt einer harten, glanzlosen Substanz und manchmal so hart, daß sie auf der Drehbank bearbeitet und polirt werden kann, sie entzündet sich und brennt leicht mit Flamme, schwarzem Rauch und einem Geruche nach Erdpech und Schwefel; dabei liefert sie eine Kohle, ähnlich der Holzkohle, und auch eine ähnliche Asche, wie das Holz. Der Lignit unterscheidet sich von der Steinkohle durch die Art, wie er brennt; er bläht sich nicht auf, und seine Theile backen nicht gleich denen der fetten Steinkohle zusammen. Nimmt man die Steinkohle aus dem Feuer, so erlöscht sie alsobald; der Lignit dagegen brennt fort und bedeckt sich mit einem weißen Ueberzuge. Man unterscheidet mehrere Unterarten oder Varietäten: den pechförmigen Lignit mit muscheligem Bruch und Harzglanz; den Gagat glänzend, sehr dicht und fähig, eine schöne Politur anzunehmen; die cannel-coal, wovon

schon die Rede gewesen ist, und die man manchmal dem Gagat substituirt für die Zwecke, zu denen man letzteren anwendet; den glanzlosen oder gemeinen Lignit, bald dicht und in Bruchstücken, bald faserig und mit holzförmigem Gewebe. Dieser Lignit ist unter allen der reichlichste und ganz allgemein verbreitet. Seine chemische Zusammensetzung ist häufig verschieden, aber in der Regel besteht er aus Kohlenstoff, aus Erdpech oder öliger Substanz, aus Wasser und aus erdiger Substanz.

Der Torf endlich ist die letzte brennbare mineralische Substanz, mit welcher wir uns zu beschäftigen haben, und hinlänglich bekannt. Er ist mehr oder weniger braun gefärbt, enthält fast immer Ueberreste trockener, nicht zersetzter Pflanzen; er brennt leicht mit oder ohne Flamme, giebt einen ähnlichen Rauch, wie verbranntes Heu und läßt eine sehr leichte Asche als Rückstand. Seine Textur ist bald dicht, bald grobfaserig, was von den nicht zersetzten Pflanzen herrührt, die er enthält.

Wir wollen hier nicht weiter von der Structur dieser drei oder vier Hauptarten der fossilen Kohlen sprechen, behalten uns aber vor, ausführlicher auf diesen Gegenstand einzugehen in einem besonderen Capitel, in welchem wir die Lagerungsverhältnisse der brennbaren Mineralien abhandeln werden.

Gruppe der metallischen Gesteine. Wir haben schon erwähnt, daß nur eine einzige metallische Mineralart in der Zusammensetzung des Bodens eine etwas wichtige Rolle spiele; dieses ist das Schlammeisenerz (das Eisenoxydhydrat). Seine Farbe ist bräunlichgelb oder schwärzlichbraun; seine Textur ist bald dicht, bald erdig, in der Regel zellig, von steinartigem Ansehen und selten metallisch. Man unterscheidet mehrere Varietäten, von denen die wichtigsten das gewöhnliche Schlammeisenerz sind, welches amorph, dicht, oder erdig ist; man bezeichnet es gewöhnlich unter den Benennungen von Sumpfeisenerz, Raseneisenerz, Wieseneisenerz u. s. w.; das kugelförmige Eisenoxydhydrat, das rogensteinartige oder erbsensteinartige; das braune ochrige Eisenoxydhydrat u. s. w. Wir werden auf die Lagerungsverhältnisse dieser verschiedenen Arten des Eisenoxydhydrates wieder zurückkommen.

Fossilien.

Um die speciellen geognostischen Kenntnisse über die Beschaffenheit und die Zusammensetzung der festen Erdrinde zu vervollständigen, dürfte es unserem Zwecke nicht fremd sein, hier einige Worte über die Fossilien zu erwähnen. Gewisse Schichten in den Gebirgsformationen neptunischen Ursprungs scheinen vollständig aus den Ueberresten organischer Geschöpfe gebildet zu sein; in andern ist ihre Zahl beträchtlich, obschon sie nicht den vorherrschenden Theil desselben bilden; alle enthalten wenigstens einige Spuren davon. Die Fossilien gewähren uns also ein lebhaftes Interesse in Bezug auf die Beschaffenheit der Schichten; wir werden später finden, daß sie eine nicht weniger große Wichtigkeit für die Bestimmung des Alters und des Ursprunges dieser Schichten haben. Unter Fossilien versteht man jeden organischen Körper oder Spur von organischem Körper, den man natürlich von den Schichten der Erde bedeckt findet. Nach dieser Definition ist es

nicht nothwendig, wie man gewöhnlich annimmt, indem man die Fossilien auch Petrefacte nennt, daß der organische Körper von der Steinsubstanz der Schichten, die ihn einschließen, auch vollständig ersetzt sei. Dieser Körper kann auch bloß umgewandelt oder bloß theilweise ersetzt sein, so daß er nur ungefähr seine ganze organische Zusammensetzung, seine innere Structur u. s. w. darbietet; und es genügt zum fossilen Zustande, daß er in den regelmäßigen Schichten des Bodens eingeschlossen sei. Es ist allerdings wahr, daß die Umwandlung und die Ersetzung um desto vollständiger sind, wenn sich das Fossil in den älteren Schichten findet. Auf der andern Seite findet man die fossilen organischen Körper nicht immer unversehrt, mit allen ihren Formen, ihrem Volumen, ihren Umrissen, ihrer innern organischen Structur u. s. w. im Schooße der Schichten. Bei einer großen Menge dieser Fossilien sind fast alle diese charakteristischen Merkmale verschwunden, und es ist von dem früheren Geschöpfe fast nichts mehr vorhanden, als das Bild seiner äußeren Form. Von solcher Beschaffenheit sind die fossilen Abdrücke, welche die Pflanzen so häufig darbieten; von solcher Beschaffenheit sind auch die vertieften oder erhabenen Abdrücke, welche in gewissen Gesteinen die Muscheln in so großer Menge zurückgelassen haben.

Alle die großen Abtheilungen der organischen Welt haben ihre Repräsentanten im fossilen Zustande. Die zahlreichsten sind indessen die Moluskken und die Zoophyten, die unstreitig die günstigsten Bedingungen zur Fossilisation schon durch die Beschaffenheit ihrer festen Hülle in sich vereinigten. Man darf indessen nicht glauben, daß diese Repräsentanten einer untergegangenen Welt uns genau dieselben Arten oder dieselben Gattungen, wie die gegenwärtige Welt, darbieten. Die fossilen Arten und Gattungen entfernen sich mehr oder weniger von den lebenden Arten und Gattungen und zwar um so mehr, als sie älteren geologischen Zeiten angehören. Daher die Namen identischer, analoger oder verloren gegangener Fossilien oder erloschener Arten. Je nach dem Mittel, in welchem die organischen Geschöpfe, auf welche diese Thatsachen sich beziehen, gelebt zu haben scheinen, können sie der Erde, dem Meere, den Flüssen, den Sümpfen u. s. w. angehört haben. Diese Indicationen sind wichtig für die Geschichte der Bildung der neptunischen Ablagerungen.

Es ist hier nicht der Ort, ausführlich die Hauptgruppen der Fossilien zu beschreiben, sondern wir begnügen uns, bei der Monographie der Gebirgsformationen die Arten zu erwähnen, welche dieselben charakterisiren, indem wir zugleich in Kürze einige Mittel, sie zu erkennen, angeben werden.

Eine gewisse Zahl allgemeiner Gesetze scheinen die Existenz und die Vertheilung der Fossilien im Schooße der festen Schichten geordnet zu haben; diese Gesetze, deren Kenntniß für die Geschichte der Erde von Nutzen ist, sind nun folgende:

1) In der Regel scheinen die Arten der Thiere oder der Vegetabilien einer geologischen Epoche weder vor noch nach dieser Epoche gelebt zu haben, so daß jede Formation ihre speciellen Fossilien hat, und daß keine Art in den Gebirgsformationen verschiedener Alter gefunden werden kann.

2) Die Differenzen, welche zwischen den verloren gegangenen

Thiergeschlechtern und den jetzigen bestehen, sind um desto größer, je älter diese Thiergeschlechter sind.

3) Die Vergleichung der Thierwelt verschiedener Epochen beweist, daß die Temperatur auf der Oberfläche der Erde sich verändert hat.

4) Die Arten, welche in den alten Epochen gelebt haben, besaßen eine ausgebreitetere geographische Vertheilung, als diejenigen, welche gegenwärtig existiren.

5) Die Thierwelt der ältesten Formationen bestand aus Individuen von unvollkommenerer Organisation, und der Grad der Vervollkommenheit steigt in dem Maße, als man sich den neueren Epochen nähert.

Anfänglich gab es nur einfache Pflanzen und Vegetabilien, dann zweischalige Muscheln und Pflanzen mit Verästelungen, endlich Wirbelthiere und die Riesenvegetation.

Von der allgemeinen Structur der festen Erdrinde.

Die Erdrinde, aus einer einzigen zusammenhängenden Masse bestehend, ist homogen und ununterbrochen in allen ihren Theilen; Alles, was wir früher gesagt haben, genügt, um uns davon zu überzeugen. Wir haben schon von Mineralsubstanzen in Massen, in Gängen, in Schichten, in Drusenräumen u. s. w., ferner von geschichteten, schieferartigen, &c., endlich von elastischen, körnigen, erdigen u. s. w. Mineralien gesprochen, ohne daß vielleicht gewisse Leser den Sinn und die Tragweite dieser Ausdrücke verstanden haben. Es wird also zweckmäßig sein, jeden dieser Ausdrücke in Kürze zu definiren, und nach der Kenntniß der Materialien, welche die feste Erdrinde bilden, ergiebt sich die Frage ganz natürlich, welches ist ihre Anordnung und ihre Structur?

Die Mineralmassen sind getrennt durch regelmäßige oder unregelmäßige, ausgebreitete oder beschränkte Glieder, welche mit ihnen gleichzeitig oder nach ihrer Bildung entstanden sind. Diese natürlichen Fugen, welche die ganze feste Portion der Erdkugel in eine große Zahl partieller, mehr oder weniger ausgedehnter Massen theilen, haben, je nach ihrer Natur und je nach den Umständen, unter welchen sie entstanden sind, verschiedene Namen erhalten. Die Schichtungsfugen bestimmen die Abtheilung gewisser Wasserablagerungen in Streifen von einem merkwürdig gleichen Durchmesser in ihrer ganzen Ausdehnung, und ihre Breite und Länge übertreffen bei weitem die Dicke; diese Streifen, die manchmal in großer Anzahl auf einander folgen, indem sie untereinander einen merklichen Parallelismus beibehalten, haben den Namen Schichten erhalten. Die Schichtungsfugen darf man nicht mit den Texturfugen verwechseln, letztere bestimmen bloß die blätterige Anordnung der Gesteine oder Mineralien und tragen nicht direkt zur Structur der Erdkugel bei. Uebrigens befolgen diese Fugen in ihrer Richtung bald einen Parallelismus, welcher mit demjenigen der Schichten übereinstimmt, bald durchsetzen sie dieselben dagegen unter verschiedenen Neigungswinkeln. Ein wesentlicher Charakter der Ablagerungen, welche sich ruhig im Schooße der Gewässer bilden, besteht darin, daß sie eine geschichtete Anordnung annehmen. Wenn das Niveau des Grundes, auf welchem eine erste Schicht abgelagert worden ist, nicht merklich die Horizontalität nach

der Bildung dieser ersten Schicht verändert, so werden alle die anderen Schichten, welche später auftreten, unter einander parallel und horizontal und folglich mit der ersten ebenfalls parallel sein. Man sagt alsdann, daß die Schichtung übereinstimmend sei. Im entgegengesetzten Falle, wenn die Richtung einer Reihe von Schichten durch irgend eine Ursache geändert wird, das vollständige Emportauchen dieser Schichten indessen noch nicht stattgefunden hat und neue Ablagerungen auf den früheren mit geschichteter Structur sich bilden, so wird die Stratification der neugebildeten Schichten nicht mehr parallel zu den früheren sein; sie wird in Bezug auf jene nicht übereinstimmend sein. Nun nennt man die Schichten geneigt, wenn sie nicht ganz parallel mit dem Horizonte sind; der Neigunswinkel, welcher ebenfalls in Bezug auf die Ebene gemessen wird, kann, wie man sieht, unendlich verschieden sein. Der Mangel an Uebereinstimmung der Schichten giebt ein sehr gutes Kennzeichen, um die Grenze zwischen zwei geologischen Perioden zu bestimmen, denn dieser Mangel an Uebereinstimmung kann nur seinen Grund in einer mehr oder weniger heftigen Bewegung des Bodens, in einer Revolution haben, welche, indem sie die Umrisse der Oberfläche und die Richtung der relativen Niveaux verändert, das natürlichste Mittel liefert, die geologischen Zeiten von einander zu trennen. Was die Neigung oder das sogenannte Fallen der Schichten anlangt, so sehen wir, wie es benutzt werden kann, um das Alter der Gebirgsformationen zu bestimmen.

Wenn eine Schicht sich auf einem schon festen Boden ablagert, so modellirt sie sich auf demselben ab; sie hat alsdann die verschiedenen Formen desselben angenommen, und daraus entspringen die Benennungen höckrige, mandelförmige, sattelförmige, napfförmige oder kahnförmige Schichten ꝛc.; letztere Form ist sehr gewöhnlich in den Kohlenformationen.

Wenn die störenden Agentien die Schichten aus ihren normalen Lagen gebracht haben, so haben sie sich selten darauf beschränkt, in diesen Schichten ein anderes Streichen und ein verschiedenartiges Fallen zu bewirken; meistentheils sind die Störungen weit verwickelter und haben eben so auffallende Spuren ihrer Energie hinterlassen. In dem einen Falle z. B. sind die Schichten gewölbt und wie ein C gebogen; in dem andern sind sie gefaltet, zickzackförmig gedreht oder auf eine verschiedene Weise gewunden; alsdann haben sie in ihrer Krümmung bald ihre ursprüngliche Continuität behalten, bald sind sie in der Falte gebrochen, und häufig sieht man alsdann hinter der Convexität einen leeren Raum, den der obere Theil der vom Mittelpunkte der Krümmung entferntesten Schichten gelassen hat. Die Kalk- oder Schiefergegenden, welche den granitischen und Gebirgsachsen mehr oder weniger nahe liegen, bieten zahlreiche Beispiele dieser Thatsachen dar. Die gedrehte Form dieser Schichten müßte nothwendig, sollte man glauben, Veränderungen in ihrem Streichen hervorbringen; aber dieses ist nicht der Fall; diese Veränderungen bestehen nur in den einzelnen Theilen, und die Hauptrichtung oder das Streichen ist nicht verändert.

Aus dem Umstande, daß eine Schicht ein starkes Fallen hat, darf man nicht immer streng folgern, besonders wenn sie krystallinisch ist, daß sie sich nicht in einer normalen Lage befinde, denn bekanntlich kann

sich eine salinische Substanz auf jede Art des Bodens niederschlagen, wie auch die Neigung beschaffen sein möge.

In einigen Fällen sind die Schichten dergestalt aufgerichtet und zerbrochen, daß man an der Oberfläche des Bodens nur noch ihren Durchschnitt wahrnimmt; manchmal sind sie verstürzt; Beispiele ähnlicher Fälle sind in den Alpen nicht selten. Es ist alsdann sehr schwierig, ihr Alter nach der Lagerung anzugeben, weil die Ordnung der letzteren ganz umgekehrt ist.

Wenn eine Schicht in der Richtung ihrer oberflächlichen Ausbreitung unterbrochen ist; wenn ein Spalt sich auf eine gewisse Länge fortgesetzt hat, indem er eine Störung im Niveau der entsprechenden Theile verursacht, so daß dieselbe Schicht sich auf der einen Seite des Spaltes höher oder tiefer befindet als an der anderen, so nennt man diese Trennung der Continuität einen Rücken (faille). Dieser Zufall kommt häufig vor und verursacht bei den Arbeiten des Bergbaues große Unannehmlichkeiten, sobald diese Rücken keine Regelmäßigkeit in ihrer Vertheilung haben.

Der Charakter einer Schicht oder irgend einer Mineralmasse besteht in der Gesammtheit der Umstände, welche auf ihre Lage, auf ihre Mächtigkeit und auf ihr Streichen Bezug haben; er kann regelmäßig oder unregelmäßig sein. Es ereignet sich manchmal, daß Schichtensysteme von anderen Massen in der Längenrichtung durchsetzt worden sind und an den beiden Seiten dieser Masse ein entgegengesetztes Fallen darbieten; man nennt nun die Linie, welche, wie der Giebel eines Daches, der Durchschneidung der Schichtebenen entspricht, von denen jede nach einer entgegengesetzten Richtung abfällt, die Gegenneigungslinie. Als nicht geschichtete Massen betrachtet man die Theile der Erdrinde, welche eine beträchtliche Dicke darbieten, ohne in Schichtungsglieder abgetheilt zu sein. Diese Massen kommen dann bald in Gängen, bald in Stöcken, bald in Gesteingängen (dykes), bald in Nestern u. s. w. vor.

Die Gänge sind Mineralmassen, welche in andere eingeschaltet worden und letztere in verschiedenen Richtungen in Gestalt von Keilen oder von mehr oder weniger in die Länge gezogenen Kegeln durchschneiden. Die Ausfüllungsmasse der Gänge hat die Spalte oder Brüche, die ihr in der Erdrinde dargeboten wurden und die sie nach der Bildung der von ihr durchsetzten Mineralmassen ausfüllte, benutzt, um die Form anzunehmen, welche ihr eigenthümlich ist. Diese Ausfüllungsmasse ist in der Regel metallischer Art, wenigstens ist sie fast immer von der mineralischen Masse verschieden, welche sie durchsetzt.

Wenn in den Ländern, die eine große Zahl von Gängen darbieten, letztere verschiedene Bildungsepochen gehabt haben, so macht man auch die Bemerkung, daß ihre allgemeinen Richtungen von einander verschieden sind.

Man unterscheidet mehrere Arten der Gänge und zwar eigentliche Gänge, Gänge in Gestalt von Wänden (sogenannte Gesteingänge), Gänge in Gestalt sehr zusammengedrückter Kegel oder Nester u. s. w. Die eigentlichen Gänge nun bieten die reichsten Lagerstätten der Mineralien, besonders der metallischen Substanzen, dar. In den metallführenden Gängen nennt man die nicht metallischen Theile, welche

die Hauptmasse bilden, die **Gangart**. Die **Wände** (*dykes*) bestehen gewöhnlich aus einer gleichförmigen Steinmasse, z. B. aus Basalt, aus Porphyr u. s. w. Die **Nester** sind in den Substanzen, welche sie durchsetzen, ziemlich häufig ganz verborgen; ein andermal bilden sie über denselben mehr oder weniger beträchtliche Massen; die vorhergehenden Gesteine sind es auch, welche am häufigsten diese Formveränderung darbieten.

Wir haben weiter oben gesagt, daß die eigentlichen Gänge in der Regel mit metallischen Substanzen ausgefüllt seien, aber dieses ist nicht einzig und allein die Lagerungsart der nützlichen Metalle; letztere bieten andere Arten des Vorkommens in der Natur dar, und ohne die geschichteten Lagerstätten in Anschlag zu bringen, deren Charaktere zu den weiter oben erklärten gehören, bieten sich die Metalle ziemlich häufig unter Formen dar, die gewissermaßen gar keine Definition zulassen, in **unregelmäßigen** Lagerstätten nach dem von Herrn Burat angenommenen Ausdrucke, der diesen Gegenstand durch ein gründliches Studium erschöpft hat und dessen interessante Beobachtungen wir hier bloß anführen wollen. Bald sind es **Adern**, die sich von den Gängen nur durch ihr unregelmäßiges Verhalten, durch ihre verworrene Anordnung und durch die Beschaffenheit der Mineralien, aus denen sie bestehen, unterscheiden; bald sind es liegende oder stehende **Stöcke** in Bezug auf die Schichtung der einschließenden Formationen, von allen Dimensionen; ein andermal sind es Aederchen oder isolirte Theilchen, welche Portionen der Gebirgsformation schwängern. Die unregelmäßigen Lager haben unbestimmte Formen und sind wesentlich in allen Umständen ihrer Lagerung und ihrer Zusammensetzung mit der Beschaffenheit der einschließenden Gesteine verbunden. Uebrigens unterscheiden sich die Mineralien aus diesen Lagerstätten in den meisten Fällen von den Mineralien, welche die Gänge ausfüllen, durch ihre weit weniger krystallinische, häufig sogar dichte Textur.

Alles, was wir hier so eben über die Structur gesagt haben, leidet besonders Anwendung auf die allgemeine Anordnung der großen Massen; wir wollen nichts erwähnen von den Fällen eigenthümlicherer Structur, wie von den **Concretionen**, von den **Drusen**, den **pseudo-regelmäßigen** Abtheilungen, den **Knoten**, den **Nieren**, den **Krystallnestern**, zu deren Aufsuchung der Erdbohrer nicht angewendet wird, und beeilen uns vielmehr, um zum Studium der Materialien zu gelangen, welche die feste Erdrinde bilden, und zwar in Bezug auf ihr Alter und auf die Ordnung ihrer Uebereinanderlagerung.

Von den Gebirgsformationen.

Aus dem Gesichtspunkte ihres Alters betrachtet, bilden die Materialien, aus denen die Erdmasse besteht, die sogenannten **Gebirgsformationen** oder die Gesammtheit der mineralischen geschichteten oder nicht geschichteten Massen, die untereinander durch innige Beziehungen verbunden sind und ein vollständiges Ganzes bilden, das man nicht von einander trennen kann, indem die einen und die andern gleichzeitig oder abwechselnd während einer und derselben geologischen Periode geschaffen worden sind. Was hat man denn nun zuerst zu verstehen unter den Ausdrücken, **geschichteter** oder **nicht geschichteter** Mineralmassen? Der

Sinn, welcher mit diesen Worten verbunden ist, bezieht sich auf eine Vorstellung des Ursprungs, nach welcher man von vorn herein die Gebirgsformationen in zwei verschiedene Gruppen, in geschichtete oder nicht geschichtete theilen kann.

Wir haben in der That schon früher gefunden, daß zwei ganz verschiedene Ursachen unmittelbar nach der Entstehung des ersten erstarrten Erdhäutchens auf eine gleichzeitige Weise in Wirksamkeit zu treten begannen; die eine, früher bestehende hatte zuerst die Fundamente des unterirdischen Gebäudes gelegt; die eine und die andere, in Verbindung mit einander, hatten sodann auf gleiche Weise dazu beigetragen, die Construction des Gebäudes zu vollenden. Diese beiden verschiedenen Ursachen, Feuer und Wasser, haben zu allen Zeiten zusammen zu wirken noch nicht aufgehört; die Wirkungen, welche sie hervorgebracht haben, sind also abwechselnd oder gleichzeitig gewesen, und die Geschichte der einen kann nicht gut ohne diejenige der andern vorgetragen werden. Indessen wollen wir, größerer Deutlichkeit halber, dennoch in besonderen Capiteln die chronologische Geschichte jeder dieser beiden Ursachen untersuchen und uns bemühen, die Beziehungen hervorzuheben, durch welche sie für jede Gruppe in der Richtung der Tiefe oder in derjenigen des Raumes mit einander verbunden werden.

Welches sind nun zuerst die allgemeinen Merkmale, mit deren Hülfe man diesen doppelten Ursprung unterscheiden kann? Ein bloßer Blick auf die Gesammtheit der Materialien, welche die feste Erdrinde bilden, wird genügen, um ihre Differenzen aufzufassen. Diese Materialien sind von verschiedener Structur und Zusammensetzung. Die einen sind in Schichten geordnet, d. h. in Massen, welche sich auf einer weiten Oberfläche fortsetzen, indem sie eine auffallend gleichförmige Dicke in ihrer ganzen Ausdehnung darbieten. Diese sind, wie man zu sagen pflegt, geschichtet. Die andern erscheinen uns unter der Gestalt unregelmäßiger Massen, welche sich auf unvergleichlich beträchtlichere Räume als die vorhergehenden verbreiten und zwar mit einer Mächtigkeit, welche diejenige aller geschichteten Ablagerungen bei weitem übertrifft; im Gegensatze zu letzteren hat man sie nicht geschichtet genannt. In den ersteren kommen die organischen Ueberreste aller Arten von den untersten Schichten bis zu den obersten in Menge vor; in den zweiten dagegen bemerkt man nicht die geringste Spur dieser Geschöpfe. Der Zustand der nicht geschichteten Gebirgsformationen ist häufig krystallinisch; die Krystalle, welche man in der Masse unterscheidet, sind untereinander gemengt, und Alles in ihrer Textur zeigt einen früheren Zustand feurigen Flusses an; ihre Härte ist beträchtlich; die Kieselerde und die kieselsauren Salze bilden die Grundlage derselben. Von solcher Art sind die Granite, der Porphyr, der Basalt, die vulkanischen Schlacken u. s. w., alles Gesteine, die ausschließlich aus Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit u. s. w. bestehen, in denen die Kieselerde und die kieselsauren Salze mit vielfachen Basen wirklich die wichtigste Rolle spielen. Wenn man in der Zusammensetzung dieser Gesteine zufällig einige andere Bestandtheile antrifft, so sind sie darin in geringer Menge vorhanden und kommen in Bezug auf die Masse so zu sagen gar nicht in Anschlag. Diese Gesteine in unregelmäßigen und krystallinischen Massen machen eigentlich das Gerüst des unterirdischen Baues aus, denn sie umhüllen ohne Unterbrechung

die flüssige Masse, welche den Mittelpunkt der Erde einnimmt, bilden die hauptsächlichen Auftreibungen, welche die Erhabenheiten darstellen, stellen die Achse der großen Gebirgsketten dar und erzeugen die höchsten Punkte der Erdkugel, und wenn sie nicht überall an der äußeren Oberfläche zum Vorschein kommen, so liegt der Grund davon darin, daß die mehr oder weniger großen Vertiefungen, welche eine nothwendige Folge ihrer Erhebung sind, durch mehr oder weniger regelmäßige Ablagerungen neptunischen Ursprungs ausgefüllt worden sind. Aber überall, wo ihre Gipfel zum Vorschein kommen, kann man sie leicht erkennen an ihren schroffen Formen, an ihrer Höhe, selbst an ihrer Richtung und endlich an einer Gesammtheit von physiographischen Merkmalen, welche bei einiger Gewohnheit, in der Geologie zu beobachten, sich immer auf den ersten Blick und selbst in großen Entfernungen erkennen lassen.

Die verschiedenen Gesteine dagegen, aus denen die geschichteten Ablagerungen bestehen, bieten eine Textur dar, welche häufiger erdig, körnig, elastisch ist; sie sind selten krystallinisch; ihre Härte ist bei weitem geringer. Sie zersetzen sich leichter im Wasser; es sind nicht mehr kieselsaure Salze mit erdigen Basen, wie in der vorhergehenden Gruppe, sondern Salze mit alkalischen Basen, z. B kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, schwefelsaurer Baryt, Chlornatrium, fossile Kohlen und in gewissen, verhältnißmäßig sehr seltenen, Fällen einige Metallsubstanzen, wie z. B. Eisenoxydhydrat, welches man manchmal in ziemlich mächtigen Schichten antrifft. In der Structur, der Zusammensetzung und der eigenthümlichen Anordnung der Elemente, aus denen die geschichteten Ablagerungen bestehen, verräth Alles eine Bildung durch Fortbewegung oder durch Absetzen nach mechanischer Suspension. In einigen Ausnahmsfällen sind die Ablagerungen durch Niederschlag, nach vorhergegangener Auflösung, entstanden, und nur dann ist ihre Structur krystallinisch. Ihre allgemeine Gestaltung, ihre äußeren Umrisse und ihr Relief sind endlich nicht weniger charakteristisch. Ihre Formen sind abgerundeter als diejenigen der nicht geschichteten Massen; ihre Böschungen sind weniger abschüssig, und ihre Gipfel sind weniger zerrissen; die Höhen, welche sie erreichen, sind weniger beträchtlich; sie bilden selten für sich allein wirkliche Gebirgsketten, sondern sie begleiten bloß von Außen die krystallinischen Gebirgsformationen, welche die Achse der Gebirgsketten bilden, und lehnen sich an dieselben an. Ihre Seiten sind häufig in verschiedenen Richtungen gefurcht, an der Oberfläche durch Gießbäche zerrissen oder von tiefen Spalten durchsetzt, die mit früheren Gesteinen oder mit organischen Körpern ausgefüllt sind, welche die Gewässer herbeigeführt haben, oder sie sind von Höhlen durchschnitten, deren Wandungen glatt oder polirt, durch unterirdische Strömungen angegriffen und, wie im vorhergehenden Falle, mit Steintrümmern oder organischen Ueberresten angefüllt sind. Diese Gebirgsformationen bilden ziemlich durchgängig und hauptsächlich in den Ländern, die nicht den unmittelbaren Stoß der großen Dislocationen erfuhren, welche in verschiedenen Zeitepochen die Erdmasse bewegt haben, horizontale oder wenig geneigte Ebenen in großer Ausdehnung; wir wollen in diesem Betreff und um die Vorstellung zu vervollständigen, die wir uns von den geschichteten Gebirgsformationen machen müssen, das berühmte Becken anführen, in dessen Mitte Paris liegt und in

welchem alle charakteristischen Merkmale mit der größten Deutlichkeit zu Tage liegen.

Jetzt wollen wir untersuchen, in welcher Ordnung die Gebirgsformationen, sowohl die krystallinischen oder nicht geschichteten, als die abgelagerten oder geschichteten chronologisch auf einander folgen.

Grundsätze, nach welchen die geschichteten Gebirgsformationen eingetheilt werden.

Welches sind nun die charakteristischen Merkmale, mit deren Hülfe man die Gebirgsformationen eintheilen kann? Auf welche Grundsätze stützt sich ihre Benennung und ihre Klassification? Ohne Zweifel läßt die Reihe der geschichteten Gebirgsformationen nicht dieselbe Eintheilung zu, wie die nicht geschichteten Gebirgsformationen, denn da die Wirkung des Wassers, welche zur Bildung der ersteren hauptsächlich beigetragen hat, indem das Wasser nämlich von oben nach unten wirkte und die Dicke der festen Erdrinde successiv durch Zusätze von Außen vermehrte, so liegt es auf der Hand, daß die oberflächlichsten Schichten zugleich auch die neuesten dieser Gebirgsformation sind. Dieses Merkmal läßt sich aber nicht auf eine strenge Weise auf die nicht geschichteten Gebirgsformationen anwenden. Ferner sind die zahlreichen Ueberreste von organischen Körpern, die man in den neptunischen Ablagerungen findet, wahre Denkmünzen, die dagegen den plutonischen Massen fehlen; erinnern wir uns in diesem Betreff, daß die Thierwelt mit den geologischen Zeiten sich verändert hat, und daß die Organisation einen beständigen Fortschritt in der aufsteigenden Reihe der Zeiten befolgt hat. Das Streichen und Fallen der Schichten der geschichteten Ablagerungen ist endlich ein drittes nicht weniger wichtiges Merkmal als die vorhergehenden und hat vor denselben den Vorzug, die Beschaffenheit der Ursachen bemerklich zu machen, welche in den Zeiten und in der Reihenfolge der geologischen Perioden die Veränderungen herbeigeführt haben. Einige Erläuterungen in diesem Betreff dürften vielleicht hier am rechten Orte sein. »Das Hervortreten der großen krystallinischen Gesteinmassen,« sagt Herr de Beaumont, »rührt, wenigstens zum großen Theil, von einer allgemeinen Erscheinung her, welche, so oft sie wiederkehrt, sich über eine beträchtliche Portion der Erdoberfläche längs einer Zone ausbreitet, welche sich auf die Hälfte eines ihrer großen Kreise erstreckt. Die flüssige Masse im Innern der Erdkugel erfährt in Folge ihrer fortschreitenden Abkühlung ein allmähliches Schwinden. Die feste Rinde, durch ihr eigenes Gewicht genöthigt, der inneren Bewegung zu folgen, zerberstet und erzeugt eine Runzel an der Oberfläche der Erde, zugleich reagirt sie auf die teigige Masse, welche unter ihr liegt, und zwingt einen Theil derselben, emporzusteigen und dadurch die Achsen einer Reihe von Bergketten zu bilden. . . . .« Eine solche Bewegung kann aber nicht stattfinden, ohne eine Störung und eine mehr oder weniger beträchtliche Verschiebung der festen Schichten, welche diese Erschütterung erfahren. Auf diese Weise haben die neptunischen Schichten so häufig ihre frühere Horizontalität verloren, und aus diesem Grunde muß ihr Fallen und Streichen in jeder Gebirgsformation, d. h. zwischen zwei auf einander folgenden Revolutionen der Erdoberfläche, mehr oder weniger im Verhältnisse stehen mit den Achsen

der emporgehobenen Berge, welche genau die Epoche dieser Revolutionen bezeichnen.

Die Klassificationsmittel der geschichteten Gebirgsformationen, welche von den Geologen in der Regel in Anwendung gebracht werden, können mit einem Wort geologische oder stratigraphische sein. Es ist unstreitig für eine rationelle Klassification von Nutzen, sich gleichzeitig dieser beiden charakteristischen Merkmale zu bedienen, indem man bei jeder Gebirgsformation vorzugsweise dasjenige in Anwendung bringt, welches derselben ihre specielle Physiognomie aufgedrückt zu haben scheint.

Nach dieser Gesammtheit von Erwägungen hat man die Gebirgsformationen, welche auf dem Urgebirge lagern, in vier Hauptgruppen eingetheilt und zwar in aufsteigender Ordnung:

1) in die Uebergangsgebirge;
2) in die secundären Gebirge;
3) in die tertiären Gebirge;
4) in die angeschwemmten Gebirge.

Jede dieser Gruppen ist unterabgetheilt worden; die Beschreibung dieser Unterabtheilungen überhebt uns hier der Nothwendigkeit, ihre allgemeinen Merkmale anzugeben. Wir sind hier der Klassification und der Benennungsart der Gebirgsformationen gefolgt, welche die Herren Elie de Beaumont und Dufresnoy aufgestellt haben. Diese Klassification gewährt den Vortheil, daß sie allgemein bekannt ist und hauptsächlich sehr gut den geologischen Abtheilungen des Bodens in Frankreich anpaßt.

Urgebirge.

Wir haben schon anderwärts gesagt, als von den Gesteinen die Rede war, daß gewisse derselben einen gemischten Ursprungscharakter darzubieten scheinen; einerseits nähert sie ihre schichtartige Structur den Gesteinen neptunischen Ursprungs; andererseits versetzt sie ihre krystallinische Beschaffenheit und ihre Zusammensetzung unmerklich unter diejenigen, welche offenbar einen plutonischen Ursprung zu haben scheinen. Wir haben in dieser Beziehung den Gneis, den Glimmerschiefer und den Talkschiefer angeführt. Diese Gesteine nehmen in der Regel die mittlern und obern Etagen der krystallisirten oder Urgebirge ein, und je nach ihrem relativen Alter treten sie in der Ordnung auf, in welcher wir sie so eben erwähnt haben. Sie lagern unmittelbar auf dem Gestein, welches das erste feste Häutchen gebildet zu haben scheint, und dieses Häutchen bestand ohne Zweifel aus Granit oder Syenit.

Die verschiedenen mehr oder weniger geschichteten Gesteine, welche das Urgebirge bilden, sind auf der Oberfläche der Erde sehr verbreitet; die Massen indessen, in welchen sie allein zu Tage treten, sind selten von großer Ausbreitung; sie bilden zuweilen hohe Steinmassen, kommen aber auch in niedrig gelegenen Gegenden vor; aber dieser zweite Fall ist noch weit seltener, und die großen Ebenen werden gewöhnlich vom secundären, tertiären oder angeschwemmten Gebirge gebildet. Das Land, welches die Urgebirge bedeckt, ist in der Regel zur Kultur wenig geeignet, indem es zu kieselerdehaltig ist und von Haiden, magern Weiden oder verkümmerten Waldungen bedeckt wird. Gewisse Gesteine, welche zu dieser Gebirgsformation gehören, zeichnen sich durch den Reichthum nützli-

cher Metalle oder Edelsteine aus, die sie enthalten. Dahin gehört der körnige, schieferartige Quarz Brasiliens, der Hyalomit, der Itacolumit ꝛc., welche gold- oder diamantenführend sind, der Siderochrist u. s. w. Die Kalkgesteine dieser Formation haben gewöhnlich eine zuckerähnliche Structur und enthalten fast alle Talkerde oder Mineralien, welche Erdoxyd enthalten. Auch findet man außer dem zuckerähnlichen Kalkstein hier häufig Dolomit, Ophicalit, Cipolin und die größte Zahl der bekannten schönsten Marmorarten. Sie sind manchmal begleitet von Gyps, der ebenfalls zuckerähnlich ist, oder vielmehr vom Karstenit oder dem wasserleeren Gyps. Alle diese Gesteine endlich sind begleitet von einer so großen Menge eingesprengter Mineralien, daß, um dieselben anzuführen, wir genöthigt sein würden, hier fast die ganze mineralogische Nomenclatur anzuführen. Unter den am häufigsten vorkommenden erwähnen wir den Granat, den Turmalin, den Disthen (Cyanit), den Grammatit, den Zircon u. s. w. Hauptsächlich aber zeichnet sich diese Gebirgsformation durch ihre zahlreichen metallführenden Lager aus. Manche sind in Gängen, andere wieder in liegenden Stöcken. Sie scheinen sich ohne Unterschied in jeder der genannten Steinarten zu verbreiten; man ist indessen geneigt, sie im Glimmerschiefer und im Gneis als am gewöhnlichsten vorkommend zu betrachten. Dieses ist z. B. der Fall bei den Erzen des Silbers, des Zinnes, des Kobalts u. s. w., die sich in Schweden und in Deutschland finden, und auch bei einigen Erzen des Bleies, des Kupfers, des Eisens u. s. w. In dieser Formation kommen auch die reichsten Lager von Gold- und Silbererzen in Amerika vor. Der Granit, welcher die Grundlage der Gesteine bildet, die wir eben durchgegangen haben, enthält viele besondere Mineralien, die entweder in die Masse desselben eingesprengt sind, oder denselben in Adern durchsetzen. Diese Mineralien sind indessen im Granit nicht so häufig als in den oberen Gesteinen. Die Metalle sind hauptsächlich im Granit seltener und kommen nur in Adern oder auf schwachen Gängen vor und oft innigst mit der Gesteinart selbst verbunden. Sie sind manchmal sehr regelmäßig geordnet, gewöhnlich aber nicht sehr mächtig. Die Mineralien, welche im Granit am gewöhnlichsten vorkommen, sind das Titan-Rectil, das Zinnoxyd, das Uran, das Arsenikeisen, das Schwefelmolybdän, das Wolfram u. s. w., während das gediegene Gold, der Kupferkies und die Kiese überhaupt darin sehr selten sind.

Uebergangsgebirge.

Die Gesteine, welche die Grundlage dieser Gebirgsformation bilden, nehmen an dem metamorphischen Charakter der Gesteine großen Antheil, welche die oberen Abtheilungen der vorhergehenden Formation bilden, so daß es häufig unmöglich ist, zwischen den beiden Gebirgsformationen eine scharfe Grenzlinie zu ziehen. In dem Gestein des Uebergangsgebirges kommen aber zum erstenmal die Ueberreste fossiler organischer Körper zum Vorschein, und die Gegenwart dieser Körper, die hie und da auf eine unregelmäßige Weise zerstreut sind, wie auch die sandige Form, welche das Uebergangsgebirge häufig annimmt, genügen, um letzteres von ersterem zu unterscheiden.

Die untere Gruppe des Uebergangsgebirges wird hauptsächlich durch schieferiges Gestein, Sandstein oder Thonschiefer von verschiedener

Beschaffenheit und von einer Art dichtem, splitterigem Kalk repräsentirt, dem durchgängig in der Regel die Fossilien fehlen oder der nur eine sehr kleine Zahl von Individuen und Arten darbietet, unter welchen man die Brachiopoden und Zoophyten und eine charakteristische Cephalopode unterscheidet, die man mit dem Namen Endosyphonit bezeichnet, weil der Heber hier ventral ist, während er bei den Ammoniten dorsal ist und derjenige des Nautilus central oder beinahe central ist. Die untere Gruppe des Uebergangsgebirges hat manchmal den Namen der Cambrischen erhalten und zwar von den englischen Geologen, welche sie zuerst unterschieden haben.

Die mittlere Gruppe enthält an ihrer Basis gemeiniglich Quarziten oder krystallinischen glänzenden Sandstein, den man häufig in dieser Formation findet. Sodann kommt der harte, mehr oder weniger spaltbare Schiefer, hauptsächlich der Varietät angehörend, die wir Dachschiefer zu nennen pflegen; dahin gehört der Schiefer von Angers und derjenige der Ardennen u. s. w. Das obere Glied dieser Gruppe bildet endlich ein Kalk, der immer sehr dicht und äußerst reich an Fossilien ist. Von solcher Beschaffenheit ist derjenige der Umgegend von Brest und von Dudley in England, die so reich an Fossilien sind. In dieser Gruppe kommen die Trilobiten, eine Art der Schalthiere, zum Vorschein, die durch ihre Organisation, ihre Form und ihr reichliches Vorkommen in dieser Formation sich auszeichnen; man bemerkt auch hier mehrere andere nicht minder charakteristische Fossilien, z. B. die Orthoceratiten (geradmuschligen Kopffüßler), die Bellerophons, die Orthis, die Productus, die Sperifera, hauptsächlich aber eine Art von Korallen in Form einer Kette, welche man catenipora escaroïdes nennt, und ein anderer nicht weniger merkwürdiger Körper, dessen Ränder sägenförmige Zähne haben und der unter dem Namen Graptolit bekannt ist. Diese ganze Gruppe hat den Namen silurische Formation erhalten, eine Benennung, welche heut zu Tage von den Geologen allgemein angenommen worden ist. Die silurische Formation, welche zuerst in England erkannt und studirt worden ist, hat man später an verschiedenen Punkten der Erde, namentlich in Rußland, in Schweden, in Norwegen, im nördlichen Amerika u. s. w. wiedergefunden. Großbritannien selbst bietet uns schöne Typen dieser Formation.

Die obere Gruppe der Uebergangsgebirge wird hauptsächlich repräsentirt durch den röthlichen Sandstein, den man im Ganzen alten rothen Sandstein genannt hat; er bildet das Devon'sche System der Engländer, so genannt, wegen der beträchtlichen Entwickelung, die er in Devonshire darbietet. In dieser Gruppe lagern die Anthracite des Sarthe-Departements, der Umgegend von Angers u. s. w. Ihre Mächtigkeit an gewissen Stellen steigt über 3000 Meter. Sie enthält auch Bellerophons, Orthoceratiten und einige Arten sehr merkwürdiger Fische, unter andern den Cephalaspis, dessen Kopf mit einer Art von Schild bedeckt war. Die beiden Gruppen, die mittlere und die obere, werden von der Kohlenformation durch das System der kugelförmigen Berge (Vogesen) und der Hügel der Bocage der Normandie getrennt; das Streichen ihrer Schichten ist O. 15° S. nach W. 15° N.

Secundäre Gebirgsformationen.

Kohlenformation.

Unmittelbar nach dem alten rothen Sandſtein iſt die erſte Gruppe, auf die man ſtößt, die ſogenannte Kohlenformation, ſo genannt wegen der Schichten des Minerales dieſes Namens, die man hier reichlicher, als irgendwo anders in einem mehr oder weniger reinen Zuſtande mit Schichten von Sandſtein, Thonſchiefer und allen den Subſtanzen, aus denen dieſe ganze Formation beſteht, wechſellagernd antrifft. Die brennbare Kohle ſelbſt anlangend, bildet ſie nur ein kleines Verhältniß der ganzen Maſſe. Es beſteht keine abſolut conſtante Ordnung in der chronologiſchen Aufeinanderfolge dieſer verſchiedenen Subſtanzen. Man bemerkt indeſſen, daß der Kalkſtein faſt durchgängig die Baſis bildet; über den Kalkſteinbänken wechſellagern in mehrfacher Wiederholung die Kohlen-, Schiefer- und Sandſteinſchichten. Der kohlenhaltige Kalkſtein iſt in der Regel ſchwärzlich, ſehr dicht, nimmt ſehr gut Politur an und wird wie gewöhnlicher Marmor benutzt. Dieſe ſchwarze Farbe der Kalkſteine bezieht ſich übrigens eben ſowohl auf die andern Glieder der Formation und trägt dazu bei, ihr die Phyſiognomie zu verleihen, welche ihr eigen iſt, und die in gewiſſen Oertlichkeiten ſo charakteriſtiſch ſich darſtellt. Der kohlenhaltige Kalkſtein enthält ſelten wirkliche Ablagerungen von Brennſtoff; er iſt indeſſen innig von kohligen Subſtanzen durchdrungen und wechſelt in einigen Fällen mit Schichten oder Stöcken von Steinkohle ab. Die zahlreichen Bohrarbeiten, welche ich im nördlichen Frankreich zur Aufſuchung von Steinkohlen ausgeführt habe, machen es mir zur Pflicht, ähnlichen Aufſuchern den Rath zu geben, ihre Arbeiten einzuſtellen, ſobald ſie dieſe Formation erreicht haben, indem auch in dem ſehr ſeltenen Falle, daß ſie Steinkohle antreffen, der Ertrag der Ausförderung nicht den Aufwand zu decken vermag, den das Abteufen eines Schachtes für den Zweck der Ausförderung verurſacht. Die Gegenwart der Kohle in dieſem Geſtein bewirkt, daß es häufig durch Stoß oder Reibung einen ſtinkenden Geruch verbreitet. Die Schichtung dieſes Kalkſteines iſt ſcharf und mächtig; er enthält Metalle, welche hier mehr in Stöcken, in Druſen oder in Adern, als in wirklichen Gängen vertheilt ſind; er iſt der gewöhnlichſte Lagerungsort des Glanzes und der Blende, weßhalb ihm einige Geologen den Namen metallführender Kalkſtein gegeben haben. Er charakteriſirt ſich auch durch ſeine Foſſilien, unter welchen wir die Evomphalen, die Spiriferen, die Orthoceratiten und die Gomatiden, charakteriſtiſche Polypen, ꝛc. unterſcheiden.

Auf den kohlenführenden Sandſtein folgen die Schichten der unteren Steinkohle, welche mit dem Sandſtein, dem Thon, dem Thonſchiefer und verſchiedenen Geſteinvarietäten, die ſich auf dieſe beziehen, wechſellagern. Dieſe Ablagerungen bieten manchmal eine beträchtliche Mächtigkeit dar. Die Kohlenlager im nördlichen England haben bis zu 915 Meter Mächtigkeit dargeboten. Ihre Entwickelung in der Ausbreitung iſt verhältnißmäßig nicht ſo beträchtlich; dieſer Umſtand ſtimmt ſehr gut mit den aufgeſtellten Theorien, um den Urſprung und die Bildung der Steinkohlenlager zu erklären. Die Geſteine der Steinkohlenformationen haben unter einander eine Aehnlichkeit, die ſich durch ihren conſtanten Charakter auszeichnet. Der Sandſtein iſt hier bald feldſpathhaltig (Ar-

kose) bald rein, bald mehr oder weniger thonig (Psammit). Der Thon findet sich hier im erdigen oder schieferähnlichen oder im blätterigen Zustande. Die Zahl der Steinkohlenlager an einem und demselben Ort ist manchmal beträchtlich und steigt über 40 hinaus. Ein charakteristisches Merkmal dieser Formation ist die Gegenwart des Thoneisensteins, den man hier in sehr großem Reichthum, in kleinen unterbrochenen Lagern oder vielmehr in beinahe eliptischen, breitgedrückten, zerstreuten Knoten vorzugsweise im blätterigen Thon und im Thonschiefer antrifft; diese Knoten sind häufig begleitet von reichlichen Pflanzenüberresten und enthalten auch oft selbst organische Körper in ihrem Innern, sie sind von gleichzeitiger Bildung und reichlicher im obern Theile der Formation, als in ihren unteren Gliedern. Man findet in diesen Ablagerungen einige Arten metallischer Mineralien, oder andere, aber sie sind hier nur zufällig; fast reines Erdpech fließt manchmal aus und rührt von der inneren Destillation der Steinkohle her. Endlich findet man hier Anthracit, aber hauptsächlich in der Nähe der Gänge oder der plutonischen Agentien, welche diese Formation durchsetzen. Die Mineralien sind in der Steinkohlenformation ziemlich selten, man findet indessen Kalkspath, Dolomitspath, Barylerde, Bergkrystall, Glanz und Blende.

Die fossilen organischen Körper der Kohlengruppe sind zahlreich und charakteristisch. Es sind großentheils Pflanzenüberreste, oder selbst ganz Pflanzen aus den Familien der Schachtelhalme, der Farrenkräuter, der Lycopodiaceen u. s. w., wie z. B. **sigillaria, lepidodendron, calamites, stigmaria** u. s. w. Die Flora der Steinkohlenformation bietet den merkwürdigen Charakter dar, daß die Pflanzen, aus denen sie besteht und welche gigantische Dimensionen besaßen, heut zu Tage ihnen ähnliche in den gemäßigten Zonen, aber auf den Zustand krautartiger und kriechender Pflanzen zurückgeführt, darbieten; ferner läßt die Vergleichung der verschiedenen bis jetzt bekannten Becken an mehreren Punkten der Erde die Schlußfolgerung zu, daß die Flora der Kohlenformation zu jener Epoche in den Ländern der heißen Zone dieselbe gewesen sei, wie in unsern Ländern der gemäßigten nördlichen Zone. Die fossilen Ueberreste von Thieren sind dagegen in derselben sehr selten.

Indem wir uns noch ein Wort über den muthmaßlichen Ursprung der Steinkohle erlauben, wollen wir die zwei ein wenig von einander abweichenden Theorieen mittheilen, durch welche man die Bildung der Steinkohlen zu erklären gesucht hat. Man betrachtet dieses Brennmaterial in der Regel als den Abkömmling einer Ablagerung vegetabilischer Substanzen, die eine eigenthümliche Veränderung erfahren haben. Man wird ganz natürlich auf die Vermuthung gebracht, wenn man die große Quantität Kohlenstoff, der in den Vegetabilien enthalten ist, in Erwägung zieht und wenn man sich erinnert, daß die Schiefer, welche die Steinkohle begleiten, häufige Abdrücke von Blättern und Zweigen enthalten. Die Geologen hegen in diesem Betreff keinen Zweifel mehr, nur sind sie verschiedener Meinung, sobald es sich darum handelt, den Ursprung der Vegetabilien zu erklären, welche auf diese Weise zu den so beträchtlichen Ablagerungen von Brennmaterial Veranlassung gegeben haben. Nach der Meinung der Einen sind diese Vegetabilien aus der Ferne herbeigeführt worden und zwar durch Wasserströmungen, und sind angehäuft worden auf umschriebenen Räumen, wo sie von den Se-

dimenten bedeckt worden sind, welche in großer Menge mit den Steinkohlenschichten abwechseln; auch diese Sedimente sind von denselben Gewässern herbeigeführt worden, und die relative Menge oder der gänzliche Mangel derselben waren verschieden, je nach dem Anwachsen derselben Gewässer, je nach der Schnelligkeit der Strömung, oder je nach dem Vorhandensein anderer Umstände. Diese Theorie scheint auf eine befriedigendere Weise, als die folgende, die manchmal so zahlreichen Wechsellagerungen von Sandstein und von Thon ꝛc. zu erklären, welche gewisse Becken darbieten.

Nach andern Geologen soll die Umbildung der Vegetabilen an der Stelle stattgefunden haben, wo sie vegetirten. Unermeßliche Wälder von undurchdringlicher Dichtheit und die ganze Ueppigkeit der Vegetation entfaltend, welche jene Zeitepoche charakterisirt zu haben scheint, bedeckten die Niederungen und die unmittelbaren Gestade der Meere. Irgend welche Ursachen, welche diese Wälder unter Wasser setzten und sie mit Ablagerungen bedeckten, haben sie in die günstigen Umstände zur Umwandlung in Steinkohle versetzt; ein späteres Emportauchen dieser Ablagerungen förderte einen neuen Boden zu Tage, der nicht säumte, sich mit einer reichlichen Vegetation zu bedecken. Man kann auch durch wiederholte Ueberschwemmungen an einem und demselben Orte die zahlreichen Abwechselungen erklären, von denen weiter oben die Rede war. Aber die Untersuchung des Kohlenbeckens von Mons und von Anzin beweist, daß diese Theorie in der Grundlage falsch ist, und bestätigt dagegen aufs Vollkommenste die andere Theorie, welche das Herbeiführen der Vegetabilien annimmt.

Metallarme Gebirgsformation.

Formation des rothen Sandsteines.

Diese Formation des rothen Sandsteines, welche unmittelbar die Kohlenformation bedeckt, kann als eine einzige Schicht von einer mittleren Mächtigkeit von 150 bis 200 Meter betrachtet werden, die aus Conglomeraten, Breccien, Puddingsteinen und gewöhnlichem röthlichen Sandstein zusammengesetzt ist, die unter einander abwechseln. Die Schichtungslinien, welche diese mächtige Schicht in eine große Zahl schwächerer Schichten theilen, bestimmen sich entweder nach der Größe der zusammen verbundenen Bruchstücke, oder nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit. Diese eckigen Bruchstücke, die bloß abgerundet sind oder ganz aus Geschieben bestehen, variiren an Größe von mehreren Cubikmetern bis zu derjenigen winziger Körner, aus denen die feinsten Sandsteine gebildet sind. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Conglomerate, unter welchen sich die mächtigsten Blöcke befinden, immer die unteren Theile der Formation bilden. Uebrigens ist die Beschaffenheit dieser Blöcke in der Regel leicht zu erkennen, und man kann sogar häufig die Oertlichkeiten bestimmen, von welchen dieselben herrühren; denn es sind nicht bloß sehr harte Gesteine, wie z. B. Granit, Porphyr und Quarz, sondern man findet auch hier Schiefer aller Art, kohlenhaltigen Sandstein, wie in der Umgegend von Bristol in Devonshire u. s. w. Die Blöcke sind in der Regel abgerundet, hauptsächlich die weicheren; aber man erstaunt manchmal über die geringe Veränderung ihrer Ecken, und in diesem Falle erkennt man fast immer, daß sie aus der Formation selbst

herrühren, auf welcher sie lagern, und daß sie folglich nicht lange Zeit fortbewegt worden sind.

Der eigentliche rothe Sandstein besteht aus eckigen oder abgerundeten Bruchstücken von Granit, Porphyr, Bergkiesel, Quarz von einigen Millimetern und selbst von einigen Centimetern, zusammengekittet durch eine röthliche eisenschüssige Thonmasse. Dieser grobe Sandstein kann sehr fein werden und in Arkose, oder in schieferartigen Psammit übergehen, während größere Bruchstücke, wenn sie durch einen feineren Sandstein gewissermaßen zusammengekittet sind, bewirken, daß dieses Gestein in Conglomerat übergeht. Diese Gesteine, welche den Hauptcharakter der ganzen Masse bestimmen, wechseln häufig mit den Breccien oder den Puddingsteinen aus kleinen Fragmenten von Schiefer, welche durch einen thonigen Kitt unter einander verbunden sind. Die Bruchstücke sind hier gewöhnlich mehr abgerundet und mehr abgeschliffen, als diejenigen der harten Gesteine, und wenn sie ihre höchste Feinheit erlangen, so wird das Gestein schieferähnlich, erlangt ein homogenes Aussehen und geht sogar in den Thonschiefer über.

Die Schichtung dieser Formation ist im Allgemeinen undeutlich und massiv, wenigstens so weit die Schichten von feinem schieferartigen Sandstein und Thonschiefer sie nicht deutlicher hervortreten lassen. Man hat darin nur wenig Spuren von organischen Ueberresten erkannt; es sind einige zerbrochene unbestimmbare Pflanzen, die aber denen der Kohlenformation ähnlich zu sein scheinen. Endlich, als Gegenwart chemischer Agentien, lassen sich nur gewisse Kalkarten anführen, die in Gestalt von Kitten und kleinen unebenen Bänken sich darstellen. Es ist eine der Formationen aus Zerrüttungen, wie sie nicht deutlicher charakterisirt werden kann. Die eigenthümlichen Merkmale, welche diese Formation in den verschiedenen Punkten ihrer Entwickelung darbietet, stimmen vollkommen mit dieser Ursprungsart überein und geben zugleich die interessantesten Details über die örtlichen Erscheinungen, durch welche sie herbeigeführt worden sein können, und die Schichten des Todtliegenden bilden ihrer Natur nach, so wie auch durch ihre häufig nicht übereinstimmende Schichtung, einen wirklichen geognostischen Horizont.

In England bildet der rothe Sandstein einen langen Streifen von N. O. nach S. W., und die allgemeinen Thatsachen, welche aus seiner Untersuchung hervorgehen, ergeben, daß die Bruchstücke um desto eckiger und größer sind, je näher die Stellen liegen, von welchen sie herrühren, und daß sie um desto feiner und abgerundeter sind, je weniger die benachbarten Kohlenformationen Spuren großer Störungen darbieten, welche auf diese Epoche bezogen werden könnten. Betrachtet man noch außerdem das allgemeine Ganze der Massen, so bieten die untersten Theile voluminösere Bruchstücke, als die oberen dar. Diese besonderen Thatsachen bestehen in der Dislocation des kohlenhaltigen Kalkes, der häufig einen großen Theil der Materialien geliefert hat, und in den vielfältigen und augenblicklichen Differenzen der Dicke der Bruchstücke, welche die Schichtung augenfälliger und die einzelnen Schichten zahlreicher als gewöhnlich machen ꝛc.

Die in Deutschland beobachtete Formation des rothen Sandsteines läßt dieselben allgemeinen Thatsachen bemerken, wie in England; bald besteht sie nämlich aus einem Conglomerat von großen Blöcken, bald

aus einem mehr oder weniger feinen Sandſtein, bald ſind es ſchwache erdige Schichten, die in Mergel oder in Thonſchiefer übergehen. Die Conglomerate beſtehen aus Bruchſtücken der benachbarten Formationen. Die Breccien und die Puddingſteine bieten weniger Verbindung mit der umgebenden Formation dar. Man findet die Abwechſelungen von Sandſtein und Conglomeraten, aber was man hier mehr als ſonſt irgend wo bemerkt, iſt der Umſtand, daß je feiner das Korn iſt, deſto weniger ſtehen die Bruchſtücke in Beziehungen mit den benachbarten Geſteinen. Daraus ergiebt ſich die Erſcheinung einer innigen Verbindung mit der Kohlenformation, wenn ſie auf derſelben lagert.

In Thüringen, in Sachſen, in Schleſien iſt der rothe Sandſtein häufig, wie auch in England (Somerſetſhire, Shropſhire) mit Porphyr verbunden, der in die Schichten eingeſchaltet iſt und dadurch eine Wechſellagerung von plutoniſchem und neptuniſchem Geſtein veranlaßt.

In Frankreich zeigt ſich der rothe Sandſtein um die Maſſe der alten Formation herum, welcher den mittleren und höchſten Theil der Vogeſen bildet; er bildet in der Regel den unteren Theil der Thäler, die mit Vogeſen-Sandſtein gekrönt ſind (die zwiſchenliegende Formation des Zechſteines iſt nicht repräſentirt). Er iſt ein ziemlich grober Sandſtein mit ziemlich lockerer Textur, dabei verſchiedenartig gefärbt, hauptſächlich amaranthroth, aber mit gelblichen oder auch bläulich-grauen Theilen; er geht in einen ſpaltbaren und glimmerhaltigen Mergel über, der manchmal in Zerſetzung begriffene Feldſpathkryſtalle darbietet. Manche von den unterſten Schichten gehen in ein grobes und wenig zuſammenhängendes Conglomerat über, welches aus Bruchſtücken von Porphyr und alten Geſteinen gebildet iſt. Dieſe Formation fehlt häufig, oder ſie iſt beträchtlich reducirt, und Herr Elie de Beaumont, welcher ſie beſchrieben hat, bezeichnet als Hauptpunkte ihrer Entwickelung die Umgegend von Ronchamps, Villé, Raon-l'Etape und Saarbrücken. Bei Raon-l'Etape, Villé, Sainte-Croix verbindet ſie ſich mit rothem quarzhaltigem Porphyr und Hornblendeporphyr, was die Analogie mit dem rothen Sandſtein in England und in Thüringen vervollſtändigt.

In Amerika hat Herr von Humboldt die Formation des rothen Sandſteins nördlich und ſüdlich vom Aequator an ſechs verſchiedenen Punkten erkannt: in Neu-Spanien, in den Steppen von Venezuela, in Neu-Granada, auf der ſüdlichen Hochebene der Provinz Quito, im Becken von Caxamarca, in Peru, im weſtlichen Thale des Amozonen-Fluſſes.

Formation des Zechſteins.

Die Zechſteinformation fehlt häufig; wenn man z. B. die Reihe der Formationen von Paris nach den Vogeſen durchwandert, ſo findet man kein Geſtein, was man dieſer Formation zuſchreiben könnte; derſelbe Fall findet ſtatt im ſüdlichen Frankreich, und nur im nördlichen Theile (Calvados), vielleicht in Burgund (Autun) findet man Kalkſteine und Schiefer, welche ſowohl durch ihre Lage, als durch ihre mineralogiſche Beſchaffenheit einige der Merkmale wahrnehmen laſſen, welche dieſe Formation in Thüringen, in der Grafſchaft Mansfeld, an einem Theile des Harzes, in Heſſen und in Franken, den klaſſiſchen Ländern ihrer Entwickelung, darbietet.

In diesen centralen Gegenden Deutschlands sind der Kohlensandstein und der rothe Sandstein von einer Reihe Kalkstein- und Mergelschichten von dunkler Farbe bedeckt, deren mittlere Mächtigkeit ungefähr 150 Meter beträgt. Man kann sie hier als die erste Kalkformation im ganzen Lande nördlich von der Donau betrachten. Herr Freiesleben, welcher diese Formation beschrieben hat, theilt sie in zwei Etagen. Die untere Etage umfaßt den Mergelschiefer und den dichten Schiefer, die obere Etage den porösen und zelligen Kalkstein, so wie den Stinkkalkstein.

Die untere Etage zerfällt wiederum in zwei Schichten. Die erste derselben besteht aus drei Schiefervarietäten, welche in der Regel von unten nach oben in folgender Ordnung über einander lagern: sandiger Schiefer; erdpechhaltiger Mergelschiefer; reiner Mergelschiefer. Diese Schiefer sind bedeckt von der zweiten Schicht, die aus einem dichten aschgrauen oder schwärzlichen harten und zähen Kalkstein besteht, welches der Zechstein ist.

Die unteren Schiefer sind ein sehr spaltbarer, schiefriger Mergel. Diese drei Varietäten lagern in der Regel in einer ziemlich beständigen Ordnung übereinander. Die Schicht, welche zwischen dem erdpechhaltigen Mergelschiefer liegt, ist die am wenigsten mächtige, im Durchschnitt etwa zu $\frac{1}{3}$ Meter, aber sie zeichnet sich dabei aus durch ihre Zusammensetzung und ihre Continuität, so daß sie den besten geognostischen Horizont der Gegend bildet. Man findet sie wieder an Punkten, welche 150, 200 Kilometer und weiter entfernt sind, und da sie in der Regel bergmännisch befahren wird, so hat sie zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gerichtet. Sie besteht aus einem Mergel, welcher im veränderlichen Verhältniß mit Erdpech und Kohlenstoff durchdrungen ist, der nach d'Aubuisson den zehnten Theil der Masse ausmachen kann; diese Schicht enthält außerdem noch Schwefeleisen und Kiese silberhaltigen Kupfers, weßhalb man ihr den Namen Kupferschiefer giebt. Man findet hier auch Glanz, Blende, Arsenik, Kobalt und Wismuth. Auch findet man Abdrücke von Fischen (palaeothrissum) in großer Menge, Ueberbleibsel von Monitors, Thiere, welche der Gattung der Saurier angehören, welche die Sümpfe und die Flußufer besuchten. Diese Fossilien sind nicht allein für die Formation, sondern ganz besonders für den Kupferschiefer charakteristisch.

Der Zechsteinkalk ist dicht, rauchschwarz, von muscheligem Bruch, derb und zuweilen schieferig. Seine Mächtigkeit wechselt von einigen Metern bis zu 20 bis 30 Meter. Die metallischen Substanzen kommen darin auch von Zeit zu Zeit zum Vorschein: Kupferkiese, kohlensaures Kupfer und Kupferglanz.

Die obere Etage der Zechsteinformation zerfällt in zwei Schichten: 1) in den zelligen Kalkstein (die Rauwacke); 2) in den Stinkstein.

Der erste ist ein harter und dichter magnesiahaltiger Kalkstein, von dunkler, graulicher oder schwärzlicher Farbe, zellig und selbst cavernos. Seine Höhlen sind ungleich lang und enge und streichen in der Richtung der Schichtung. Die Mächtigkeit der Schicht steht im Verhältniß zur Zahl und Größe dieser Höhlen; dieser Kalkstein geht in die Breccie über.

Der Stinkstein ist dicht oder körnig, schwärzlichbraun oder grünlich,

erdpechhaltig, und der Gestank wird besonders bemerkbar durch Stoß oder Reibung; dabei kommt dieser Stein derb, in Bruchstücken oder in Tafeln vor; er geht auch in den brecciennartigen Kalkstein über. Manchmal verliert dieser Kalkstein in seinem oberen Theile allen Zusammenhang, wird zerreiblich, selbst pulverig und enthält zerstreute Bruchstücke von Stinkstein, welche ihre Festigkeit behalten. Dieser zerreibliche Kalkstein ist bekannt unter dem Namen Asche. Die Stinksteinschicht erreicht eine Mächtigkeit von 1 bis 30 Metern; sie enthält als zufällige Substanzen Gyps, Seesalz, Eisenhydrat, reinen kohlensauren Kalk in zerreiblichen und perlmutterartigen Nieren, manchmal auch einige Kieselerde-Concretionen.

Die Unterabtheilung dieser Formation in vier Schichten erhält sich ganz deutlich im ganzen Mittelpunkte von Deutschland, aber ohne daß die Trennungslinien ganz scharf wären; denn alle lassen sich mit einander verwechseln, so daß die Unterscheidungsmerkmale allmählich verschwinden.

Sandsteinformation der Vogesen.

Die mittleren Berge der Vogesen sind eingefaßt von mehr oder weniger zusammenhängenden Reihen von Bergen oder Hochebenen in viereckigen Formen, die aus rothem Sandstein in ihrem unteren Theile bestehen, deren oberer Theil aber von einem anderen Sandsteine, dem sogenannten Sandsteine der Vogesen, gebildet wird. An der südlichen und östlichen Seite bildet dieser Sandstein eine schmale abgeschnittene Einfassung, welche häufig von tiefen Thälern unterbrochen wird und überall steile und abschüssige Abhänge bildet. In den Lücken bemerkt man von Zeit zu Zeit große Kegel, welche hier gleichsam als Zeugen der Sandsteinformation geblieben sind und deren Schichtungslinien sehr gut untereinander übereinstimmen, so wie auch mit denen der nächsten Berge mit Hochebenen. Gegen N. W. ist diese Einfassung breit und zusammenhängend: sie bildet eine unermeßliche Hochebene, welche den ganzen nördlichen Theil der Vogesen umfaßt; die Schichten fallen schwach gegen W. N. W. und verlieren sich unter die späteren Formationen von Lothringen.

Der Vogesen-Sandstein, sagt Herr Elie de Beaumont, besteht aus amorphen, farblosen und durchscheinenden Quarzkörnern, häufig von krystallinischem Aussehen, mit spiegelnden Facetten und von veränderlicher Größe, von der Größe eines Hirsenkornes bis zu derjenigen eines Hanfkornes. Die Oberfläche dieser Körner reflectirt lebhaft die Sonnenstrahlen; sie ist gewöhnlich mit einem schwachen Ueberzug von rothem Eisenoxyd oder Hydrat bedeckt. Der Kitt ist Eisenhydrat, oder es ist auch ein solcher gar nicht bemerkbar, aber dann tritt der Fall ein, daß das Gestein sehr wenig Consistenz hat. Mitten unter den Quarzkörnern bemerkt man häufig andere von einer matten weißen Farbe, undurchsichtig, dabei eckiger und weniger fest, die aus Feldspath bestehen, der manchmal in Zersetzung begriffen ist. Die gewöhnlichsten Farben des Gesteins sind blaß oder dunkelroth, violet, ochergelb; es zertheilt sich von selbst in große Blöcke, die unregelmäßig pseudoregelmäßig erscheinen. Diese Blöcke erscheinen selbst sehr häufig zusammengesetzt aus etwas gekrümmten Blättern, die nicht parallel mit der Schichtungslinie

laufen. Die Schichten unterscheiden sich von einander durch die Mannichfaltigkeit der Farben, die gewöhnlich auch von Variationen im Zusammenhange begleitet sind, ferner durch kleine Differenzen in der Größe der Körner und hauptsächlich durch die Menge von mehr oder weniger großen Geschieben, die bis zu ein Zehntel Meter Durchmesser haben und manchmal einen wirklichen Puddingstein aus Sandsteinmasse bilden. Diese Geschiebe bestehen aus weißem, röthlichgrauem und rothem Quarz von unebenem Bruch, manchmal durchsetzt von Adern weißen Quarzes und Glimmerblättchen enthaltend; sie charakterisiren den Sandstein der Vogesen.

Dieser Sandstein lagert auf dem rothen Sandsteine, aber beide gehen häufig unmerklich in einander über.

Die Schichtung des rothen Sandsteins und des Sandsteines der Vogesen scheint im Allgemeinen übereinstimmend. Herr de Beaumont hat bloß bemerkt, daß nach dem weit höheren Niveau, welches häufig der Sandstein der Vogesen erreicht, man annehmen könne, daß die beiden Formationen durch Bodenbewegungen von einander getrennt worden sind, welche das Niveau der Gewässer empor gehoben haben. Vielleicht, sagt er, könnte man glauben, daß der Sandstein der Vogesen, welcher durch seine Lage und seinen Charakter eine Zwischenstellung zwischen dem rothen Sandstein und dem bunten Sandstein einnimmt, eine dem Zechstein Deutschlands und dem magnesiahaltenden Kalksteine Englands parallel laufende Formation sei. Könnte man nicht annehmen, daß diese Kalksteinformation und der eigentliche Sandstein der Vogesen sich gegenseitig ausschließen? In der That giebt es keinen Zechstein in den Vogesen, im Schwarzwald und in den andern Systemen des südlichen Deutschlands, wo der Vogesen-Sandstein sich zeigt; aber man bemerkt auch noch, daß in England, in den Theilen von Cheshire, von Lancashire, von Cumberland, wo gewisse Schichten des neuen rothen Sandsteines ähnliche mineralogische Merkmale, wie diejenigen des Vogesen-Sandsteines darbieten, der magnesiahaltende Kalkstein nicht vorhanden ist; während in den südlichen und nördlichen Theilen Englands, wo der magnesiahaltige Kalkstein vorhanden ist, keine der Schichten des neuen rothen Sandsteines sich mit den Merkmalen darbietet, wodurch sich wesentlich der Sandstein der Vogesen unterscheidet.

In diesem Falle würde das metallarme Gebirge nur durch zwei Formationen repräsentirt sein, nämlich durch diejenige des rothen Sandsteines und die des Zechsteines und des Vogesen-Sandsteines, die sich einander zwar ersetzen, aber nicht beide zugleich vorkommen können.

In dem Vogesen-Sandstein hat man keine organischen Ueberreste, nicht einmal von Pflanzen gefunden, welche denen des rothen Sandsteins ähnlich wären. Herr de Beaumont, welcher diese Thatsache mit der Beschaffenheit des Sandsteines selbst übereinstimmend findet, folgert daraus, daß vielleicht die Bestandtheile sich weit rascher angehäuft haben, als sie es zu thun vermocht hätten, wenn sie ihren Ursprung einzig und allein der erosiven Wirkung der Gewässer verdankt hätten. Auf diese Weise wären sie zum Theil durch chemischen Niederschlag und verworrene Krystallisation in einem Wasser gebildet worden, welches von den mit Schutt gesättigten Strömungen trübe war. Diese Hypothese faßt auf eine sehr glückliche Weise die festzuhaltenden Differenzen auf

zwischen dem rothen Sandstein, dem Conglomeratgestein und dem Vogesen-Sandstein, dessen Beschaffenheit sich sehr gut mit der Annahme einer chemischen Wirkung verträgt, die dazu beitrug, ihn gleichzeitig mit herbeigeführten Substanzen, d. h. Feldspath, Quarzgeröll und Quarzgeschieben, zu bilden.

Trias-Formation.

Bunter Sandstein. Diese Formation besteht hauptsächlich aus bräunlichem oder röthlichem Sandstein, aus buntem Psammit (einem thon- und glimmerhaltigen Sandstein), aus Macigno und buntem Mergel. Die meisten dieser Gesteine enthalten Glimmer in ansehnlichem Verhältniß und lassen durchgängig eine Neigung, sich in Blätter zu spalten, wahrnehmen. Ihre Grenzen sind nicht sehr scharf, denn der Muschelkalk und selbst der Gyps, so wie auch das Seesalz des Keupers, zeigen sich manchmal als untergeordnete Steine im obern Theile dieser Formation, und im untern Theile vermischt er sich mit dem Sandstein der metallarmen Formation oder mit den Psammiten der Kohlenformation. Der bunte Sandstein enthält wenig organische Ueberreste, und diese, welche in der Regel Pflanzen sind, scheinen sich in den untern und obern Theilen dieser Formation zu finden. Der bunte Sandstein ist in der Regel sehr nett geschichtet und ziemlich verbreitet auf der Erdoberfläche. Er bildet ziemlich entwickelte Massen längs der Vogesen; man bemerkt ihn zu Bourbonne-les-Bains, zu Saarbrücken und zu Plombières u. s. w.

Der Muschelkalk. Diese Gruppe der Triasformation ist eine von denen, welche sehr häufig fehlen; man kennt ihn weder in England, noch im nördlichen Frankreich und Deutschland; aber er ist auf eine sehr scharfe Weise durch die Beschaffenheit seines Kalkes, durch den Mangel jeder Metallsubstanz und durch die große Zahl von organischen Ueberresten, die er enthält, charakterisirt. Seine Grenzen sind ebenso scharf durch den Mergel des Keupers von oben, als durch die kieselerdigen Gesteine des bunten Sandsteines von unten bestimmt. Der Muschelkalk ist durchgängig dicht und verräth ein feines und ruhiges Sediment; er ist nett geschichtet, bietet aber in der Regel eine sehr beschränkte Ausdehnung dar.

Keuper oder bunter Mergel. Diese Gruppe ist repräsentirt hauptsächlich durch mergelige und thonige Gesteine. Sie ist hauptsächlich merkwürdig, weil sie das hauptsächliche und gewöhnlichste Lager des gestreiften Gypses und des Steinsalzes abgiebt. In dieser Gruppe, wenn sie auch keine Steinholzlager mehr enthält, scheinen die Salzquellen zu entspringen, die weit häufiger sind, als das Steinsalz. Sie enthält als untergeordnetes Gestein einen Sandstein mit ziemlich zahlreichen Pflanzenabdrücken, ferner Thon, der zu Töpfen verwendet wird. Der Gyps und das Steinsalz sind reichlicher in den unteren als in den oberen Theilen dieser Formation. Diese Gruppe bietet eine beträchtliche Entwickelung im Doubs, im Jura, zu Salins, zu Lons-le-Saulnier u. s. w., in den Departements der Haute-Saône, der Meurthe, der Mosel, der Vogesen u. s. w., in Würtemberg, in Baden, und mehreren Punkten Deutschlands dar.

Lias-Formation.

Unmittelbar über der Trias-Formation findet sich im westlichen Deutschland, in ganz Frankreich, in England und in andern Ländern eine Terraingruppe, welche sich durch ihren mineralogischen Charakter ganz besonders auszeichnet, hauptsächlich aber durch die organischen Generationen, welche in den Meeren und auf der Erde zur Zeit ihrer Entstehung lebten. Diese charakteristischen Merkmale sind zahlreich, wichtig und entschieden. Diese Gebirgsgruppe wird fast in ihrer ganzen Totalität durch Kalk- und Thongestein repräsentirt. Ihre Grundlage bildet ein System von Sandstein, welches man nicht beständig in dieser Formation findet und an gewissen Oertlichkeiten Deutschlands, wegen der Eigenschaft, sich ziemlich regelmäßig in Würfel zu theilen, Quadersandstein genannt wird.

Der Kalkstein der Lias-Formation ist in der Regel mergelhaltig, bläulichgrau und dicht. In diesem Gestein findet man die größte Menge von Muschelarten und von Mineralarten. Unter diesen Muscheln bemerkt man hauptsächlich den ammonites Bucklandi, das plagiostoma giganteum und eine Gryphee, die man hier in außerordentlicher Menge findet, nämlich die gryphaea arma'a. Die Rückenwirbler sind hier repräsentirt durch die zahlreichen Ueberreste der Saurier, unter welchen man den cithyosaurus und den pl sio-aurus erwähnen kann, deren Rückenwirbel- oder Rippenbruchstücke man so häufig im Schooße dieser Schichten findet; diese Formation ist häufig mächtig und wird in den Ardennen wie Marmor benutzt.

Die Thonarten der Lias-Formation sind ebenfalls charakteristisch.

In dem unteren Kalk und Mergel, woraus die mit gebogenen Gryphiten versehene Lias-Formation gebildet ist, wird jetzt die Bohrarbeit von Donchery fortgesetzt, welche im August 1846 bis auf eine Tiefe von 335 Meter niedergebracht war. Man findet auch hier, gleich dem sandigen Kalkstein, eine Abwechselung von Kalksteinbänken und Thonmergel.

Der von Gryphiten freie Lias ist die charakteristische Etage der Lias-Formation im Allgemeinen. In England haben die Kalksteinschichten des Lias eine Mächtigkeit von 15 — 25 Metern; die unteren Schichten bestehen hier aus einem weißen Kalkstein, während der Rest der Masse eine blaue Farbe darbietet.

Der untere Theil des Lias wird in gewissen Theilen des südwestlichen und des südöstlichen Frankreichs durch Mergel oder durch Mergelkalk und durch feldspathhaltigen Sandstein, den man Arkose nennt, repräsentirt. Die Arkose nimmt den unteren Theil ein, hauptsächlich wenn die Formation unmittelbar auf Granit lagert. Die Arkose wird wegen des Chloroxyds, welches in ihre Spalten eingedrungen ist, bergmännisch ausgebeutet.

Die Jura- und Oolith-Formation.

Diese Formationen sind so genannt worden, weil man in England und an verschiedenen andern Orten, wo sie ursprünglich untersucht wurden, gefunden hat, daß die davon abhängigen Kalkgesteine eine rogensteinartige oder eine der Formation der Bergketten des Jura analoge Structur haben. Diese Formationen sind verwickelt, schwer in ihren

Unterabtheilungen zu unterſcheiden; man kann ſie indeſſen ziemlich natürlich in drei Etagen, in eine untere, mittlere und obere theilen. Der Mergel, der, wie wir gefunden haben, von oben den Lias begrenzt, geht in ſandige Schichten über, mit denen gewöhnlich die Schichten der unteren Rogenſtein-Etage beginnen. Dieſe Etage iſt von allen dreien die verwickeltſte; denn ſie beſteht nicht bloß aus einem thonigen Theil, auf welchem eine Kalkſteinſchicht lagert, wie die andern Etagen. Dieſe Formation, die vollkommen beſchrieben worden iſt von den Herren Sauvage und Buvigner in der Statiſtik der Ardennen, iſt von mir in einer Mächtigkeit von 133 Metern bei der Bohrarbeit von Donchery durchſunken worden; ſie bietet ſehr große Schwierigkeiten dar, und gewiſſe Theile haben eine metalliſche Härte; die Kalkgeſteine und die Mergel herrſchen hier ſucceſſiv mehrmals dergeſtalt vor, daß man ſie in Schichten unterabtheilen kann und zwar vom Lias ausgehend 1) in die Sandſchicht des Rogenſteines, auf welchem der ſogenannte untere Rogenſtein lagert; 2) in eine thonige Schicht, die den Namen Walkererde erhalten hat, wegen einer ſchwachen Schicht dieſes Thones, der häufig im mittleren Theile vorkommt; 3) in eine Kalkſteinſchicht, die man gewöhnlich den großen Rogenſtein nennt; 4) in eine Thonſchicht, welche den Namen bradford-Thon erhalten hat; 5) in eine mit Sand und Thon gemiſchte Kalkſteinſchicht, bekannt unter dem Namen forest marble; 6) endlich in einen mergeligen Kalkſtein, corn-brash genannt. Die mittlere Rogenſtein-Etage iſt von weit einfacherer Zuſammenſetzung; ſie beginnt über dem corn-brash mit einer mächtigen Thonſchicht, bekannt unter dem Namen des Oxford-Thons (Oxford-clay), bedeckt von Sand und kalkhaltigem Sandſtein (calcareous grit), welche in die obere Kalkſchicht übergehen, bekannt unter der Benennung coralrag.

Die obere Etage bietet eine ganz ähnliche Anordnung dar. Sie beginnt mit einer Thonablagerung, dem ſogenannten Kimmeridge clay, welcher bedeckt iſt von kieſelerdigem und kalkigem Sand, den man im oberen Kalkſteinbecken Portlandſtone zu nennen pflegt, ſo daß dieſe beiden letzten Etagen vollkommen die Abtheilung in thonige Schicht, bedeckt von Kalkſteinſchicht, darbieten. Jede dieſer Abtheilungen charakteriſirt ſich durch ein eigenthümliches Foſſil: die untere Rogenſtein-Etage durch Nautilus, Pectus, Ammoniten, Belemniten, Trachiten, Neriten u. ſ. w.; der Oxford-Thon durch die gryphaea dilatata, der coralrag durch einen großen Reichthum von Polypen; der Kimmeridge clay durch die ostraea deltoïdea, der Portlandkalkſtein durch den ammonites triplicatus u. ſ. w.

Jura-Formation.

Die Jura-Formation bildet auf dem Boden Frankreichs eine Art von Gürtel, welche die Kreideformation des nordweſtlichen Theiles dieſes Landes umgiebt; dieſe Linie ſcheint begrenzt zu werden durch die Aermelmeerenge im nordöſtlichen Theile und durch das tertiäre Becken von Brüſſel und die alten Formationen des Hennegau im nördlichen Theile.

Im nördlichen Theile Englands umſchließt die Jura-Formation auf gleiche Weiſe die übereinandergelagerten Kreide- und die tertiären Formationen Londons.

Längs den Urformationen der Bretagne ist der Streifen der Jura-Formation ziemlich schmal; sie wird breiter im Poitou, wo sie sich mit der Masse vereinigt, welche die Einfassung des Kreidebeckens des südwestlichen Frankreichs bildet; sie setzt sich sodann im Berry und im Nivernais längs des großen Urgebirgsplateaus des Mittelpunktes Frankreichs fort, erlangt eine neue Entwickelung in Burgund und in Lothringen, wo sie in Verbindung mit der Jurakette tritt, welche zwischen den Urformationen des mittleren Frankreichs und der Alpen mitten inne liegt. Wenn der Gürtel, von dem hier die Rede ist, die Urformation der Ardennen erreicht, so wird er wieder schmäler, krümmt sich gegen Westen und verliert sich in der Umgegend von Hirson (Aisne).

Da die Jura-Formation eine Ablagerung von unermeßlicher Ausdehnung gebildet hat und durch die späteren Erhebungen dislocirt worden ist, so findet man sie in mächtigen und regelmäßigen, wenig geneigten Schichten in den ebenen Gegenden, wie z. B. in Franken, in der untern Normandie, im Poitou, in Saintonge, Burgund und Lothringen, dagegen in starkgeneigten und manchmal gebrochenen oder verstürzten Schichten auf den Gebirgsketten der Cevennen, der Alpen, des Jura und der Apenninen. An der Seite von Salins lagern die obern Schichten dieser Gruppe unmittelbar auf dem bunten Mergel der Keuper-Formation. In den Departements des Doubs, des Jura, von Vaucluse und des Var, und fast überall, wo der Jurakalk gut entwickelt ist, bemerkt man eine große Menge reicher Quellen, die man in der Landwirthschaft benutzt und für die Industrie als bewegende Kraft verwendet; die Quelle von Vaucluse erzeugt einen wirklichen Fluß, und dasselbe ist der Fall mit den Quellen der Sorgue. In den Departements des Jura und des Doubs giebt es Quellen, die in Bezug auf ihr Volumen und die Höhe ihres Falles mehrere hundert Pferdekräfte repräsentiren.

Es sind manchmal in der mächtigen Juraformation Bohrarbeiten ausgeführt worden; diejenige von Verdun ist bis auf 127 Meter in dem oberen Theile des Oxford-Thons niedergebracht worden und bei 124 Meter 60 Centimeter ohne einen andern Beweggrund von Seiten der Stadt aufgegeben worden, als daß man die zu großen Unkosten fürchtete. Eine Bohrarbeit zu Romagne-sous-les-Côtes in demselben Departement ist im mittleren Theile derselben Formation begonnen und bis auf 200 Meter niedergebracht worden. Aus einer Betrachtung dieser beiden Bohrarbeiten zu schließen, dürfte die Mächtigkeit des Oxford-Thones an diesen Stellen über 250 Meter betragen; denn wir hatten zu Romagne noch nicht den Kalkstein des **corn-brash** erreicht, welches System zwischen demjenigen, von welchem hier die Rede ist und dem **bradford**-Thon oder dem großen Rogenstein lagert und in welchem ein Bohrloch zur Aufsuchung von Wasser zu Etain (**Meuse**) bis zu einer Tiefe von 80 Meter niedergebracht worden war, wenn wir gut berichtet sind, das aber bis jetzt noch kein Resultat liefern dürfte, da gegen diesen Punkt hin das Kalkgestein dieses Systemes zu Tage geht und die infiltrirenden Wasser verliert, welche seine Schichtenköpfe aufnehmen könnten. Ganz anders verhält sich die Sache zu Romagne, wo 200 Meter Thon auf demselben **corn-brash** lagern; hier hätte man ohne Zweifel

springendes Wasser gefunden, da, wo der Oxford-Thon in den cornbrash übergeht.

Kreideformation.

Die obere Grenze dieser Formation ist mit hinlänglicher Schärfe bestimmt; dieses ist dagegen nicht immer der Fall mit ihrer unteren Grenze. Diese Grenzen gründen sich auf charakteristische Merkmale, die man in der Geologie als die wichtigsten betrachtet, auf die Schichtungsverhältnisse und auf die Arten der fossilen organischen Körper; durch letztere unterscheidet sie sich wesentlich von den obern neptunischen Formationen, denn sie enthält eine sehr große Zahl von Gattungen, die man in diesen Formationen noch nicht erkannt hat, während sie sich von den untern Formationen nur durch Arten oder durch einige Gattungen unterscheidet, die wenig von einander entfernt. Die Art der in dieser Formation herrschenden Gesteine ist der Kalk und der Mergelkalk; auch die kieselerdehaltigen Gesteine findet man hier in großer Menge, sowohl im Zustande des Kieselsteines als im Zustande des Sandsteines. Diese Formation ist sehr arm an metallischen Mineralien, und sodaun finden sich diese Mineralien hier niemals im Zustande von Gängen, Adern oder Stöcken; sie sind hier zerstreut, oder in Knoten, oder in untergeordneten Lagern. Dahin gehören die Eisenerze, die man hier im Zustande von Eisenoxydhydrat, entweder dicht, oder in Concretionen, oder rogensteinartig findet. Einer der merkwürdigsten geologischen Züge dieser Formation, der gewissermaßen als der Hauptcharakter sich darstellt, ist die Gegenwart von Höhlen oder Vertiefungen verschiedener Form und besonders von Einsenkungen, Spalten oder Klüften, die häufig mit erbsensteinförmigen Eisenerzen ausgefüllt sind. Ein anderer, nicht weniger merkwürdiger Charakterzug der meisten Gesteine dieser Formation ist die Gegenwart von Chloritkörnern, die fast alle enthalten, und in einigen von ihnen trifft man Feuerstein oder Hornstein in Kugeln an u. s. w.

Uebrigens ist die Physiognomie der Kreideformation, nach diesen verschiedenen Charakterzügen entworfen, nicht constant und gleichförmig an allen Orten.

Die Kreideformation ist, nach den neuesten Beobachtungen und indem man alle geognostischen Beurtheilungsmittel in Uebereinstimmung brachte, auf verschiedene Weise unterabgetheilt worden, und zwar in zwei Formationen: in diejenige der unteren Kreide und in diejenige der oberen Kreide.

Die untere Kreide wird repräsentirt durch die folgenden Etagen: 1) durch die Etage des Sandsteines und des eisenschüssigen Sandes; die étage néocomien und in die étage wealdien; 2) durch die Etage des Grünsandsteins; 3) durch die Etage des Kalktuffs. Die obere Kreide wird in zwei Etagen unterabgetheilt: 1) in die Kreide mit Kieselstein und 2) in die Kreide ohne Kieselstein.

Formation der unteren Kreide.

1) Sandstein und eisenschüssiger Kalk. Dieses ist eine fast ganz sandige Schicht, aus Gesteinen bestehend, die ihr Titel anzeigt. Sie ist hauptsächlich entwickelt in England, wo diese Gesteine in der Regel mit einem sandigen, graulichen oder röthlichen Thon wechsella-

gern, dessen oberer Theil manchmal in kalkigen Sandstein oder selbst in Kalkstein übergeht.

In dem untern Theile findet man manchmal ziemlich reiche Lager von Eisenoxydhydrat.

Die untere Kreideformation ist im Jura und besonders in der Franche-Comté, in Neufchatel, im Waadtlande u. s. w., an mehreren Punkten des südöstlichen Frankreichs und anderwärts durch eigenthümliche Ablagerungen repräsentirt, die zum großen Theil mergelig und kalkig sind, und die man mit der Benennung terrain néocomien bezeichnet hat. Diese Ablagerungen stützen sich auf die Juraformation in schwach nicht übereinanderstimmender Schichtung, und folglich in Schichten von starkem Fallen. Der Kalkstein derselben ist in der Regel gelb und dicht. Der Mergel ist häufig zwischen zwei Kalksteinschichten eingeschaltet; es giebt Bänke dieses Kalksteines, die mit Thon und einer Quantität kleiner Körner von Sumpfeisenerz so reichlich vermengt sind, daß man sie als Eisenerz bergmännisch ausbeutet. Die Lager dieses körnigen und erbsensteinartigen Eisenerzes im westlichen Theile der Franche-Comté scheinen dieser Formation anzugehören.

Der Waldthon (weald-clay) ist eine mächtige Formation von Thon oder von schieferigem Thon, die sich, gleich dem eisenschüssigen Sande, hauptsächlich in England entwickelt hat; sie enthält auch Lager von erdigen Eisenerzen, von denen einige bergmännisch ausgebeutet werden. In ihrem unteren Theile wird sie sandig und geht in die Schicht der sandigen Sandsteine über; dieselbe Erscheinung wiederholt sich, wenn sie in den grünen Sandstein übergeht. Sie enthält Süßwasser-Fossilien, z. B. die Abdrücke von cypris; sie ist eine rein örtliche Bildung, und ohne Zweifel muß man den eisenschüssigen Sand, den neocomischen Kalkstein und den Waldthon, deren Ablagerungen gleichzeitig gewesen sind, zu einer und derselben Formation vereinigen. Uebrigens waren auch schon seit langer Zeit der eisenhaltige Sandstein und der Waldthon zu einer Gruppe vereinigt, die man die Waldformation nannte und welche, außer den genannten beiden Gliedern, an ihrer Basis eine Art dichten feinen und sehr muschelhaltigen Kalkstein unter der Form von Lumachello umfaßte, der als Baustein und als Pflasterstein in London verwendet wurde und auch als Marmor; dieses ist der Purbeck-Kalkstein.

2) Die Etage des grünen Sandsteines. Diese Etage besteht aus drei Schichten, die man, streng genommen, als eine einzige, ganz sandige betrachten könnte, die eine Mergelschicht enthält. Dieses sind der untere grüne Sandstein, der blaue zwischenliegende Mergel (gault), der obere grüne Sandstein. Die Sandsteine sind feinkörnig, bald fest mit einander verbunden, bald locker und sandig, bald im Zustande des zerreiblichen Sandes. Sie sind in ihrem oberen Theil eisenschüssig, während der untere Theil viele grüne Chloritkörner enthält. Der gault genannte Mergel ist bläulich oder graulich, mehr oder weniger rauh oder hart anzufühlen, mehr oder weniger aufweichbar und in der Regel ärmer an Fossilen als die Sandsteine, welche ihn begleiten.

3) Eine dritte Etage der untern Kreideformation wird repräsentirt durch eine Art Kreidegestein von gelblichweißer Farbe, mehr oder weniger untermischt mit Chloritkörnern, wodurch das Gestein oben in Kreide-

Glauconie (chloritische Kreide) und unten in Grün-Sand übergeht; es enthält an vielen Stellen blonde Kieselsteine oder Hornsteine von veränderlicher Festigkeit und führt den Namen Kalktuff. In der Touraine wird dieses Kreidegestein theils als Baustein, theils auch zur Verbesserung der Länderei benutzt.

In Folge der zu Tours ausgeführten Bohrarbeiten habe ich gefunden, daß der grüne Sandstein und der Grünsand oft eine Mächtigkeit von 100 Metern erreichen. Vom unteren Theile desselben haben die springenden Gewässer Lignite und Bernstein zu Tage geführt, von welchem letzteren einige Bruchstücke eben so schön waren, als diejenigen, welche man am Gestade des Baltischen Meeres findet.

Formation der oberen Kreide.

1) Kreide ohne Kieselstein. Es giebt keine ganz scharfe Gränze zwischen dieser Etage und derjenigen der Kreide, welche sich durch einen Reichthum an Kieseln charakterisirt. Die obere Etage, in der Regel mehr oder weniger erdig, oder zerreiblich, enthält eine große Menge von Nieren dieser Substanz, die man in Schichten oder in die Masse eingesäet antrifft. Diese Kieselsteine nehmen nach und nach in dem Maße an Menge ab, als man tiefer geht, und verschwinden in dem unteren Theile, wo die Kreide hinlänglichen Zusammenhang hat, um als Baustein benutzt zu werden.

Die Fossilien machen kaum einen Unterschied in den beiden Etagen, die von einander getrennt sind mehr durch die Oertlichkeiten, welche sie einnehmen, als durch wirkliche Kennzeichen geologischer Klassification. Die Kreidezone, welche sich gegen den südlichen Abhang der alten Berge des mittleren Frankreichs anlehnt, repräsentirt sehr gut die untere Kreide. Die Kalkgesteine, aus denen sie besteht, sind häufig hart und krystallinisch und ein andermal weich und zerreiblich.

2) Kreide mit Kieselsteinen. Das Gestein, welches die Basis bildet, auf welcher die tertiären pariser Formationen lagern, giebt den schönsten Typus für diese Etage. Ihre Kennzeichen sind allgemein bekannt. Es ist unnütz, hier zu wiederholen, daß ihre Lage ihre lithologischen Kennzeichen, der Reichthum der Belemniten und der Ananchiten, das häufige Vorkommen, die Form und die Vertheilung der Kieselsteine sie leicht von allen andern tiefer liegenden Kreidesystemen unterscheiden lassen. Diese Formation bietet zu Chartres successive Kieselsteinlager, die ganz horizontal und von einander 40 bis 60 Centimeter entfernt sind.

Die Kreideformation nimmt, wie sie in Frankreich beobachtet worden ist, im nordwestlichen Theile dieses Landes eine Art von großem Becken oder mehr von Golf ein, den der Aermelkanal von derjenigen in England trennt; sie verliert sich nördlich unter die tertiären Formationen des Brüsseler Beckens oder auf den Urformationen des Hennegau und stützt sich an allen andern Seiten auf die Juraformation. Dieses Becken, dessen großer Durchmesser gegen 50 Myriameter lang ist, wird in seinem mittleren Theile von dem tertiären Pariser Becken bedeckt, um welches herum die Kreideformation sich wie ein Gürtel zieht.

Verschiedene Umstände, namentlich die Gegenwart einiger Gipfel der Juraformation, welche durch die Kreide durchdringen, zeigen an, daß

die innere Oberfläche der Kreideformation unebener ist, als ihre äußere Oberfläche.

Die verschiedenen Schichten dieser Gruppe sind, wie diejenigen der vorhergehenden, unregelmäßig in jedem Lande vertheilt; bald erhalten sie eine große Entwickelung an einer Stelle, bald werden sie schwach und verschwinden unter einer anderen Schicht; so wird z. B. im nördlichen Frankreich in den Departements Pas-de-Calais, Somme, Nord, u. s. w. der untere Theil der Kreideformation nur durch den Gault-Thon und eine schwache Schicht des Grünerde-Mergels und endlich durch die Tourtia repräsentirt, welche auf der Kohlenformation lagert; der Sand und die Sandsteine dieser Etage fehlen hier vollständig. Im Allgemeinen bemerkt man, daß die verschiedenen Schichten der Kreideformation sich in Frankreich succesiv von Süden nach Norden aufrichten, dergestalt, daß im südlichen Frankreich der untere Theil dieser Gruppe am meisten entwickelt ist, während im nördlichen Frankreich die dichte Kreide eine große Mächtigkeit besitzt und den Boden ganzer Provinzen bildet, wie z. B. der Picardie und der Champagne. Wir wollen im Capitel, welches von den artesischen Brunnen handelt, die Gränzbestimmungen des Gürtels angeben, den um die tertiäre Pariser Ablagerung herum die Kreideformation bildet, welche durch eine Bohrarbeit zu Paris bis zu der Tiefe von 547 Metern erforscht worden ist, wo sie den Rest des Grünsandes berührte, in welchem die springenden Wasser erbohrt wurden, die jetzt in mehreren Vierteln der Stadt vertheilt sind. Im Departement Pas-de-Calais hat man sich durch zahlreiche Bohrarbeiten überzeugt, daß die Basis auf dem kohlenhaltigen Kalksteine lagere; die Schicht ist dieselbe im nördlichen Theile, wo sie durch Cambrai, Douai und Lille streicht; in demjenigen Theile dieses Departements, welches sich von Bouchain und Douai nach Valenciennes und Condé fortsetzt, lagert sie, wie im Becken von Mons, auf der Kohlenformation; auf der Seite von Tours, Saumur und Chatellerault lagert sie, wie im Departement der obern Marne, auf der Formation des Jurakalkes.

Im Departement der Ardennen lagert die Kreideformation zum Theil auf dem Kimmeridge-clay und auf dem Astartenkalkstein; zum Theil auf dem Oxford-clay der Juraformation; der untere Theil, derjenige des grünen Sandsteines, bietet eine mittlere Mächtigkeit von 70 Metern dar, während diejenige der eigentlichen Kreide 250 und selbst 400 Meter beträgt. In diesem nordöstlichen Theile erreicht diese Kreideformation Höhen von 200 — 300 Metern über dem Meeresspiegel, während im Westen und im Süden die Höhen derselben weit weniger merkbar sind

In der Schweiz und in Savoyen, im Canton Bern zu Entrevernes u. s. w. bemerkt man Lager einer Steinkohle, die häufig alle mineralogischen Kennzeichen und die Brennbarkeit derjenigen der eigentlichen Steinkohlenformation besitzt. Das Lager des Lignits in dem Grünsandsteine der Insel Aix, im Südwesten Frankreichs, ist auch eine abnormale Thatsache in der Kreideformation.

Endlich liefert die Kreide oder vielmehr die Kreideformation verschiedene Producte zum Ausbeuten: Bausteine, Eisenerz, welches man

im Departement der Ardennen verhüttet, den Ocher des Sandes der Sologne u. ſ. w.

Die weiße Kreide von Meudon iſt vermiſcht mit bildſamem Thon, den man auch in derſelben Oertlichkeit findet, und bildet einen trefflichen hydrauliſchen Kalk.

Tertiäre Formation.

Die tertiäre Gebirgsformation bezieht ſich auf eine der geologiſchen Perioden, deren Geſchichte uns am beſten bekannt iſt, und deren Repräſentation am leichteſten zu beſchreiben iſt. Dieſe Periode iſt nämlich unmittelbar der gegenwärtigen Zeit vorausgegangen; die Erſcheinungen, die bei der Bildung der Ablagerungen, welche ſie repräſentiren, ſtattfanden, haben mit denen, welche ſich noch unter unſern Augen zutragen, alle die Aehnlichkeit, weilche ſucceſive und kaum unterbrochene Ereigniſſe untereinander verbindet. Dieſe Erſcheinungen ſind alſo leicht zu begreifen, und ihre Beſchreibung iſt einfach, denn ſie ergiebt ſich zum Theil aus der Geſchichte der jetzigen Urſachen. Auch finden wir häufig die größte Aehnlichkeit in der Structur und Zuſammenſetzung zwiſchen den tertiären Schichten und den neueren Ablagerungen, und wenn es nicht das Fallen oder das Streichen dieſer Schichten und überhaupt ihre organiſchen Kennzeichen wären, die hier mehr als in den andern Formationen reichliche und nützliche Hülfe gewähren, ſo würde man oft Mühe haben, ſie von einander zu unterſcheiden.

Die Periode, während welcher die tertiären Formationen ſich abgeſetzt haben, muß eine lange Zeit in Anſpruch genommen haben, wenn man nach der Mächtigkeit der Bildungen oder beſſer noch nach der Langſamkeit urtheilen darf, mit welcher eben dieſe Formationen entſtanden ſind; denn die Erdoberfläche, wir wiederholen es, näherte ſich, während der tertiären Epoche gar ſehr der gegenwärtigen, wo die modificirenden und erzeugenden Kräfte offenbar weniger energiſch ſind, als in den früheren Zeiten. In Gegenwart einer ſo langen Periode, die regelmäßig ein Zuſammenhängendes bildete, und während welcher die inneren Revolutionen, jetzt weniger häufig und zugleich weniger energiſch, kaum auf die Succeſſion der Ablagerungen und auf die Zuſtandsveränderungen der gleichzeitig lebenden Geſchöpfe wirkten, iſt die Schwierigkeit leicht zu begreifen, welche eine Claſſification nebſt Unterabtheilungen darbieten müſſen. Dieſe Schwierigkeit wächſt noch durch die häufige Vertheilung der tertiären Formation in iſolirte und von einander unabhängige Becken, ſo daß ſelbſt dann, wenn man in dieſen Becken analoge Ablagerungen findet, die Gleichzeitigkeit dieſer Ablagerungen nur vermuthet werden kann.

Die organiſchen Ueberreſte, welche ſchon vortheilhaft benutzt worden ſind, um die Gruppe der tertiären Formationen in ihrer Geſammtheit zu charakteriſiren, werden noch beſſere Dienſte leiſten, um auch die Abtheilungen derſelben zu charakteriſiren.

Die Grade der Aehnlichkeit, welche dieſe organiſchen Geſchöpfe mit denjenigen darbieten, welche heut zu Tage unſere Meere bevölkern, oder die Oberfläche der Länder bewohnen, haben die Ausgangspunkte an die Hand gegeben, nach welchen man von vorn herein geglaubt hat, alle dieſe Formationen in drei Gruppen, in die untere, mittlere und

obere, theilen zu können. Wir führen hier nach Herrn Deshayes die hauptsächlichen Localitäten an, wo man jede dieser Abtheilungen vertreten findet, so wie die Zahl der analogen oder mit den jetzt lebenden Geschöpfen identischen Fossilien, welche sich auf jede der Gruppen beziehen.

»Die untere Gruppe soll einen großen Theil der tertiären Ablagerungen der Umgegend von Paris, diejenigen von London und Brüssel, diejenigen von Valognes, diejenigen der Insel Wight in England, einen kleinen Theil derjenigen der Gironde, den größten Theil der Ablagerungen des Vicentin u. s. w. enthalten. Von ungefähr 1400 Muschelarten, welche man bis jetzt in den verschiedenen Ablagerungen gefunden hat, sind ungefähr 38 oder ungefähr 3 Procent, von denen es gegenwärtig noch ähnliche giebt; von dieser Zahl gehören 12 ausschließlich dieser Gruppe an; 42 Arten finden sich in den späteren Formationen. Die 38 mit jetzt bestehenden analoge sind über alle Breitengrade vertheilt; der größte Theil derselben gehört indessen den Regionen zwischen den Wendekreisen an.

Die mittlere Gruppe würde aus den oberen Schichten des Pariser Beckens (Sandsteine von Fontainebleau und obere Mühlsteine), aus den sehr muschelhaltigen Sandablagerungen (unter dem Namen faluns bekannt) der Touraine und der Loire, aus einem Theile des Girondebeckens, aus demjenigen von Dax, von Oesterreich, von Ungarn, von Polen und aus einem sehr kleinen Theile der tertiären Hügel der Umgegend von Turin bestehen. Von 900 Arten, welche in den verschiedenen Ablagerungen gefunden worden sind, werden noch 161, also 18 Procent, von ähnlichen lebenden vertreten; 173 haben noch fortgelebt in der folgenden Gruppe. Die lebenden analogen Repräsentanten sind auf alle Breitengrade vertheilt, werden aber auch vorzugsweise zwischen den Wendekreisen angetroffen.

»Die obere Gruppe würde die Hügel unter den Apenninen, die tertiären Ablagerungen Siciliens, diejenigen von Morea, das kleine Becken von Perpignan, den Crag von England, den Sand des Departements des Landes, die alten Alluvionen von la Blesse, die Tufflager mit Thierknochen der Auvergne u. s. w. umfassen. Von 700 angegebenen Arten haben noch über die Hälfte ähnliche lebende Vertreter, und diese existiren in den, den Ablagerungen, wo dieselben gefunden werden, benachbarten Meeren.«

Die lithologischen Kennzeichen jeder dieser Gruppen sind schwer zu bestimmen; in der Regel sind es bildsame Ablagerungen, Puddingsteine, Sandsteine, Sand, Thon, Kalksteine von mehr oder weniger grobem Korn, und die ganze Formation verräth sehr deutlich eine herbeigeführte oder wenig ruhige Ablagerung, mit alleiniger Ausnahme indessen des kieselhaltigen oder kalkhaltigen Travertino, der besonders in den obern Gruppen herrscht, und mit Ausnahme einiger anderen Substanzen, die wir bald anführen wollen. Die Anordnung dieser Formationen ist im Allgemeinen regelmäßig, die Schichtung deutlich ausgesprochen, die Schichten wenig geneigt. Die zufälligen mineralischen Substanzen, welche man hier findet, sind Kiesel von verschiedenen Varietäten, Gyps, dessen Existenz in den tertiären Formationen aller Länder ziemlich constant ist, schwefelsaurer Strontian, Gyps, Eisenkies von der Varietät,

die man Speerkies nennt, und an einigen Stellen Lager von Brennmat:rial, welche beständig dem Lignit angehören.

Die tertiäre Formation bildet nur Hügel, kleine Berge, und nicht sehr hohe Plateaux, deren größte Höhe nicht über 900 Meter, die sogenannte normale Lage, zu überschreiten scheint. Die Abhänge dieser Hügel sind in der Regel sanft, und wenn sie Terrassen oder Böschungen darbieten, so sind dieselben nicht sehr steil.

Das Studium der tertiären Formationen ist vielleicht dasjenige, welches uns unter den geschichteten Formationen am meisten interessirt. Und in der That sind sie allgemein auf der Erdoberfläche verbreitet, sie nehmen die oberen Abtheilungen der Reihe der Flötzablagerungen ein und sind diejenigen, die wir fast unmittelbar in einer großen Ausbreitung Frankreichs unter unsern Füßen haben; endlich ist es im Schooße dieser Schichten von geringer Mächtigkeit, aus denen das tertiäre Gebirge besteht, wo wir meistentheils mit leichten Mitteln, besonders mittelst Bohrversuchen, eine große Menge von Substanzen aufsuchen, welche von den Künsten, von der Landwirthschaft und von der Industrie benutzt werden. Es ist also von Nutzen, diese Formationen bis in ihre kleinsten Einzelnheiten zu studiren und, um zu ihrer Erklärung ein Beispiel zu haben, welches alle unsere Kenntnisse in diesem Betreff zusammenfaßt, wollen wir ganz ganau das Pariser Becken beschreiben, als eine klassische Grundform der tertiären Bildungen, dabei indessen berücksichtigen, daß dieses Becken noch nicht die ganze tertiäre Formation enthält, sondern bloß die untere und einen Theil der mittleren Gruppe repräsentirt.

Das Pariser Becken bildet die vollständigste Gruppe der tertiären Formation. Die Abtheilungen, welche man von dieser Gruppe gemacht hat, finden sich nicht vereinigt; mehrere derselben fehlen häufig; man findet in den Thälern keine der oberen Schichten, aber die unteren Schichten erlangen hier manchmal eine große Mächtigkeit; indem sie sich fortsetzen, lagern sie auf der Kreide und gehen auf dieser Schicht zu Tage, welches die erste Schicht des secundären Gebirges ist, in deren Senkung die Pariser Formationen, welche uns eben beschäftigen, abgelagert worden sind. Letztere können in ihrer größten Entwickelung ungefähr eine Mächtigkeit von 300 Metern haben; aber bei unsern Bohrarbeiten haben wir bis jetzt nur eine Mächtigkeit von 60 — 185 Meter gefunden und zwar weil ihre Schichten nicht auf einem und demselben Punkte vereinigt sind, oder weil diese verschiedenen Schichten, wenn dieses der Fall ist, nicht ihre ganze gewöhnliche Mächtigkeit besitzen; einige von ihnen sind bis auf wenige Centimeter reducirt.

Diese verschiedenen Schichten der tertiären Formation lagern in der Richtung von oben nach unten in folgender Ordnung auf einander.

Gruppe des oberen Süßwasserkalkes.

Dritte Süßwasserformation Brongniarts.

Diese Schicht besteht hauptsächlich aus gewöhnlich weißem Kalkmergel, welcher graue, rothe, weiße Kiesel enthält, die bald dicht, bald mit Poren durchsetzt, in Nieren oder in Bruchstücken zerstreut sind, aber auch derbe und zusammenhängende Massen bilden. In den

beiden Fällen besteht dieses Gestein ausschließlich aus Kieselerde; seine poröse Textur und seine mineralogische Beschaffenheit machen es sehr geeignet zu Bausteinen; es wird auch zu Mühlsteinen benutzt.

In vielen Fällen enthält dieser Mühlstein keine Spur von Muscheln; in andern ist er voller Süßwassermuscheln, die fast alle den Gattungen **planorbis, lymnaea, potamides** angehören. Man bemerkt darin keine Meermuschel.

Man findet in dieser Gruppe zahlreiche Quellen, welche in den Rissen circuliren, die im zerreiblichen Mergel angetroffen werden.

Gruppe der Sandsteine und des oberen Sandes.

Zweite Formation Brongniarts.

Der obere Sandstein und Sand bilden die letztere Meerablagerung, die das Zurücktreten des Meerwassers im Pariser Becken zurückgelassen hat. Diese Gruppe ist hauptsächlich erkennbar an der weißen oder rothgelben Farbe ihres Sandes, wie an der Textur ihres Sandsteines; letztere bilden häufig Blöcke von mehreren Kubikmetern Volumen mit abgerundeten Ecken; manchmal findet man den Sandstein in zerstreuten Bänken und unordentlich vertheilt in der Mitte der Sandmassen, auch sind die Oberflächen derselben nicht mit einander parallel. Dieses Lager war früher regelmäßig, aber die Gewässer, welche noch gegenwärtig ihre zerstörende Wirkung auf die Festländer äußern, führten die beweglichen Theile der Sandstein-Bänke fort und überließen das Uebrige der Schwerkraft; es fand damals eine Dislocation in den zusammenhängenden Sandsteinbänken statt, die mit ihren Trümmern die Abhänge der benachbarten Hügel und Thäler bedeckten. Die Zerstreuung der Sandgesteine giebt einigen Theilen der Umgegend von Paris ein malerisches Ansehen; dahin gehören die zugerundeten Hügel des Waldes von Fontainebleau, die Umgegenden von Nemours und von Palaiseau; zu Orsay beutet man die Sandsteinbänke aus, indem man sie von dem umgebenden Sande frei macht. Der Mensch geht also in diesem Betreff gerade so zu Werke, wie die Natur in einem weit größeren Maßstabe.

Der obere Theil der Sandsteinbänke und Sandlager enthält Meermuscheln, welche sehr häufig zerbrochen sind und deren Art deßhalb nicht gut zu bestimmen ist. Der untere Theil scheint davon ganz frei zu sein; er enthält Eisenerz, welches manchmal den Sand bloß färbt und ein andermal sich in kugelförmigen Nieren in Lager vertheilt vorfindet.

Der obere Meersand und Meersandstein werden sehr gut zum Pflastern und zur Glasfabrikation benutzt.

Gruppe des mittleren Süßwasserkalkes, oder zweite Süßwasserbildung.

Die Schichten, aus welchen diese Gruppe besteht, behaupten, wenn man sie von oben nach unten verfolgt, nachstehende Ordnung:

1) Thon und Mühlsteine. Die Mühlsteine, welche die größte Aehnlichkeit mit denen haben, von welchen schon früher die Rede war, sind häufig mit ihnen verwechselt worden. Die so berühmten Mühlsteine von La Ferté-sous-Jouarre gehören mit zu dieser Etage, die aus verschiedenfarbigem Thon besteht, der unterbrochene Bänke von Mühlsteinen von verschiedener Farbe und Textur einhüllt. Der Mühlstein ist ganz

kieselerdehaltig, nicht sehr dicht, weißgrau, ohne leere Stellen oder Poren. Eine andere Varietät ist in Textur und Dichtheit der vorhergehenden ähnlich, hat aber eine rosenrothe, ins Violette spielende und mit weißlichen Adern marmorirte Farbe; ein andermal ist er weniger dicht und weiß gefleckt durch Kalktheile. In einem anderen Falle bietet er Poren dar, welche die Hälfte seines Volumens einnehmen, oder diese leeren Räume sind, wenn sie größer werden, manchmal mit Kieselerde ausgefüllt. In diesen Mühlsteinen findet man selten Spuren von Fossilien.

2) Unter dem Thon und seinen Mühlsteinen liegt der grüne Mergel, verbunden mit mergeligen Kalksteinen und Kieselstein-Nieren enthaltend.

3) Grüner Mergel und verschiedener anderer Mergel.

4) Gyps, gypshaltiger Mergel und talkerdehaltiger Mergel.

5) Mergel, mergelhaltiger Kalkstein, dichter Kalkstein und kieselerdehaltiger Kalkstein. Diese Gesteine bilden zu Château-Landon, zu Champigny, zu Essonne u. s. w. oft sehr mächtige Massen. Diese letztere Schicht enthält eine große Menge Süßwassermuscheln.

Die Ergebnisse dieser Gruppe sind für den Ackerbau und für die Künste von unermeßlicher Wichtigkeit. Der Mergel wird zur Fruchtbarmachung des Bodens, ferner auch zur Ziegelfabrikation benutzt; der Gyps wird ebenfalls in der Landwirthschaft und beim Bauen benutzt, indem man ihn für diesen Zweck in besonderen Oefen brennt. Die Kalksteine verschiedener Qualität werden beim Bauen verwendet und zwar der Mühlstein zu Mauern, der untere Sandstein zu Verzierungen. Der unter dem Namen Marmor von Château-Landon bekannte Stein ist zum Bau der Brücke der école militaire benutzt worden. Dieser Stein nimmt Politur an, und man verarbeitet ihn zu schönen Brunnenbecken; der Kalkstein endlich von Champigny, von Morcerf und von Essonne u. s w. giebt trefflichen gebrannten Kalk, und einige dieser Kalksteine, wie z. B. derjenige von Morcerf, sind äußerst hydraulisch.

Gruppe des mittleren Sandes und Sandsteines.

Eine Abwechselung von Sand, Mergellagern und kalkhaltigen Sandsteinbänken, deren Sandstein manchmal in einen körnigen oder dichten Kalk übergeht, bildet diese andere Etage des tertiären Gebirges. Sie zeichnet sich aus durch Vereinigung der Meermuscheln und Süßwassermuscheln und scheint den langsamen Uebergang aus ihrer Epoche zu derjenigen zu machen, auf welche wir übergehen werden. Diese Gruppe ist besonders entwickelt zu Beauchamp (Seine-et-Oise). Herr de Sénarmont hat diese Gruppe äußerst sorgfältig und ausführlich beschrieben.

Gruppe des Grobkalkes.

(Erste Meerformation Brongniarts.)

Mergelschichten, welche mit Kalksteinlagern abwechseln, ausgebreitete und regelmäßige Massen von dichtem Kalkstein, der größtentheils eine große Menge Meermuscheln enthält, endlich der Sand und der kalkhaltige Sandstein der Glauconie, welche den bildsamen Thon begränzen, bilden diese Gruppe. Die Gruppe des Grobkalkes ist es, welche uns

diesen schönen monumentalen Stein liefert, dessen Ausförderung die Catacomben erzeugt hat, welche bei der barrière d'enfer eingängig sind und sich unter den Vorstädten Saint-Jacques, Saint-Marceau und Saint-Germain ausbreiten. Eine große Menge von Bohrarbeiten in der Umgegend von Paris haben diese Gruppe durchsunken, und es sind springende Brunnen erbohrt worden aus dem Chloritsand, welcher, wie zu Claye und Annet (Seine-et-Marne), die Basis dieser Formation bildet.

Gruppe des unteren Sandes.

(Erste Süßwasserformation Brongniarts)

Der obere Theil dieser Formation besteht hauptsächlich aus Sand und lignithaltigem Thon; gegen seinen unteren Theil hin verschwinden die Lignite, der Sand wird häufiger und da, wo er auftritt, enthält er keine Lignite; man stößt dann auf eine Reihe von Schichten braunen, grünen, weißen, rothen und gelbmarmorirten Thones; der gelbe Thon kündigt häufig die Nähe der Kreide an, während der braune Thon den Uebergang des lignithaltigen Theiles zu demjenigen bildet, welcher auf der Kreide lagert. Gewöhnlich in den ersten Schichten des lignithaltigen Sandes finden wir unsere springenden Wässer; man kann indessen, bis man in die Kreide gelangt ist, darauf hoffen, wenn der obere Theil der Gruppe davon frei ist.

Der lignithaltige Sand und der bildsame Thon bilden also die erste Ablagerung, welche die Kreide bedeckt hat; da sie den unteren Theil des tertiären Beckens einnimmt, so erhält sie mehr Wasser, als die oberen Etagen, durch welche das Wasser an den Schichtenköpfen eindringt, und von einer durchlassenden oder gespaltenen Schicht zur andern, bis zum Boden des Beckens herabsinkt.

Der bildsame Thon wird in den Künsten zur Fabrikation der feinen Fayence, der Töpferwaare, der Ziegeln u. s. w. verwendet. Der Sand enthält, gleich gewissen Thonschichten, eine große Quantität Eisenkiese und hauptsächlich Lignite, welche einen sehr nützlichen Bergbau veranlassen.

Die Mächtigkeit dieser Formation kann im Durchschnitt 30 Meter betragen. Wir haben als Grundform des tertiären Terrains dasjenige des Pariser Beckens genommen; wir würden nicht, ohne zu ausführlich zu werden, dieser kurzen Beschreibung diejenige der Ablagerungen derselben Epoche hinzufügen können, die auf einem großen Theile der Oberfläche der Festländer vertheilt sind und, je nach den Bestandtheilen der verschiedenen Materialien, denen sie ihre Existenz verdanken, eine andere mineralogische Beschaffenheit darbieten. Die Gesteinsmassen eines Landes entsprechen also denen eines andern, und die Thonablagerungen werden z. B. in einem dritten durch eine einzige Sandablagerung 2c. repräsentirt. Mit Hülfe der Conchyliologie und der Paläonthologie beziehen die Geologen auf dieselbe tertiäre Epoche alle verschiedenen Ablagerungen, von denen die Rede ist. Wir verweisen hinsichtlich der Beschreibung der Fossilien, welche jede der Schichten der tertiären Formation charakterisiren und ihr in der geognostischen Reihe ihre Stelle anweisen, auf die Abhandlungen und Werke, in welchen dieser Gegenstand speciell

abgehandelt wird, beſonders aber auf den Traité de Géognosie de d'Aubuisson de Voisin, édit. par A. Burat.

Der erfahrne Bohrmeiſter kann übrigens, ohne vollſtändige geognoſtiſche Kenntniſſe zu beſitzen, die Formationen erkennen oder bezeichnen, in welchen Forſchungen nach ſpringenden Gewäſſern angeſtellt werden können. Für dieſen Zweck braucht er nur die Geſtalt des Bodens zu ſtudiren und mit Unterſcheidung die verſchiedenen Schichten zu verfolgen, aus welchen derſelbe bis zu gewiſſen Gränzen zuſammengeſetzt iſt. Er hat nicht allein ein Studium der Hydroſtatik, ſondern auch der reinen Geologie zu machen, beſonders wenn in der Gegend, wo er ſeine Forſchungen anſtellt, dieſelben Schichten an hervorſpringenden Merkmalen zu erkennen ſind.

Summariſche Ueberſicht der Geologie.

Alluvialformation.

Es iſt nicht gut möglich, ganz ſcharfe chronologiſche Abtheilungen in der Reihe der Ablagerungen aufzuſtellen, aus denen dieſe Formation gebildet iſt; dieſe Ablagerungen ſind immer verſchieden, ſowohl hinſichtlich ihrer Beſchaffenheit, als ihrer Zuſammenſetzung; wir haben deßhalb folgende Gruppen:

Madreporenformation, Torfformation, Trümmerformation, Alluvialformation und Tuffformation.

Madreporenformation.

Dieſe Formation bildet hohe Maſſen, durch Polypen entſtanden, die in der Regel der Familie der Madreporen und namentlich der Gattung Aſträa angehören. Eine unzählige Menge dieſer kleinen Thiere häufen ſich hier und da in einigen Meeren an und errichten durch ihre kalkigen Ueberreſte wahre Berge, die an den Inſeln des ſtillen Meeres gefährliche Riffe für die Schifffahrt bilden. Die Kalkablagerung iſt manchmal ſo dicht und ſo homogen, daß man ſie als Bauſtein benutzen kann.

Torfformation.

Von allen vegetabiliſchen Maſſen, welche in verſchiedenen Tiefen und in den verſchiedenen Formationen unter der Erdrinde begraben worden ſind, iſt der Torf die neueſte; unter den Torflagern folgen in dem tertiären Gebirge die Lignite, die man in mehreren Gegenden, namentlich im Soiſſonnais, bergmänniſch ausbeutet; unter dem tertiären Terrain zeigt uns die Kreideformation wiederum beträchtliche Maſſen von Ligniten, die im ſüdweſtlichen Frankreich, zu Aix, einen wichtigen Bergbau veranlaſſen. Man bemerkt auch in einigen Gegenden der Alpen, im Canton Bern und zu Entrevernes in Savoyen eine wirkliche Steinkohle, welche ganz die mineralogiſchen Merkmale jener der Kohlenformation beſitzt. Ebenſo verhält es ſich mit den unechten Steinkohlen, welche die Keuperformation enthält, die um einige Etagen unter der Kreide liegt. Alsdann kommt die eigentliche Kohlenformation mit ihren fetten und magern Steinkohlen, und endlich die älteſte vegetabiliſche Maſſe, bekannt unter dem Namen des Anthracit.

Der Torf iſt eine Anhäufung vegetabiliſcher Subſtanzen, wie

z. B. von Wurzeln, von Pflanzen und von Bäumen der gegenwärtigen Epoche; er enthält häufig Spuren menschlicher Industrie, wie z. B. Münzen, Waffen und Bruchstücke von Monumenten.

Der Torf verdankt seinen Ursprung hauptsächlich einer unscheinbaren Pflanze dem sogenannten Torfmoose (Sphagnum), das auf feuchten Torfmooren sich ausbreitet. Indem der untere Theil dieses Mooses abstirbt, erhebt sich auf demselben eine neue Moosdecke, die, im folgenden Jahre ersterbend, sich der modernden hinzufügt, und so wächst Jahr für Jahr ein Lager kohlehaltiger Stoffe zusammen, das in 80 bis 100 Jahren eine beträchtliche Tiefe gewinnt. Mit der Zeit schreitet die allmähliche Verkohlung immer mehr voran, die unteren Schichten werden immer kohlenreicher, schwärzer und durch den Druck der oberhalb sich ablagernden dichter.

Die schönsten Torfreviere sind diejenigen tiefgelegener Ebenen und Thäler. Frankreich besitzt sehr reiche Torflager in den Departements Seine-et-Oise, Aisne und Somme ꝛc. Deutschland und Holland besitzen auch sehr reiche und wichtige Torfreviere.

Trümmerformation.

Diese Gruppe umfaßt die vegetabilische Erde verschiedener Beschaffenheit, gewisse Sandebenen und endlich das Gerölle, welches einen Theil der Bergabhänge bedeckt und das Ergebniß der Zersetzung der Steine oder verschiedener Formationen ist, aus denen es gebildet wird. Diese Trümmerformation ist also häufig eine gegenwärtige und fortdauernde Bildung, gleich den beiden vorhergehenden, und man wird auch hier, wie in der Torfformation, zahlreiche Spuren der menschlichen Industrie, so wie eine große Menge von Gerippen oder Resten gleichzeitiger Thiere finden.

Alluvialformation.

Die Ablagerungen des Sandes und der Kieselgeschiebe, welche das Bette vieler Flüsse bilden, die Schichten von Lehm und von Mergel, welche mit den sandigen Ablagerungen abwechseln, bilden die Alluvialformation; die Mächtigkeit der Flußalluvionen nimmt in der Regel zu vom Ursprung der Thäler gegen ihre Ausmündung hin; sie ist beträchtlich an einigen Localitäten; im Rheintheile besitzen die Alluvionen eine Mächtigkeit bis zu 100 Metern; der Boden Hollands an der Mündung der Schelde, des Rheins und der Maas ist weiter nichts als eine Alluvialformation von solcher Mächtigkeit, daß eine Bohrarbeit, welche zu Amsterdam im Jahre 1837 begonnen wurde, in einer Teufe von 171 Metern noch im nämlichen Sande wie der an der Oberfläche des Bodens, verlassen wurde.

Die Alluvialformation enthält, gleich denen der beiden vorhergehenden Gruppen, Ueberreste der menschlichen Industrie; noch reicher aber als jene Gruppen ist sie an metallführenden Ablagerungen; man findet hier Eisen, Gold, Zinn, Platin u. s. w. Die hüttenmännische Ausbeute der Alluvialformation ist manchmal sehr ergiebig. Die Zinngruben von Cornwallis in England sind wichtig; dasselbe gilt von den Goldbergwerken Ungarns; Sibirien besitzt auch goldhaltigen Sand, und Frankreich hat einige Flüsse, unter andern die Loire und den Rhein, welche Theil-

chen dieses Metalles fortschwemmen, aber in so kleiner Quantität, daß eine Goldwäsche mehr Schaden als Gewinn bringen würde. Durch Berechnungen und wiederholte Versuche hat Herr Daubrée, Bergbau-Ingenieur des Niederrheins, dargethan, daß der Sand dieses Flusses für 160 Millionen Gold enthält. Der häufigste Fall, in welchem die Alluvionen mit Nutzen ausgebeutet werden, ist derjenige der Eisenerzablagerungen, welches in denselben häufig im Zustande von rogensteinförmigen, erbsensteinförmigen Concretionen und von großen kugelförmigen Stücken angetroffen wird. Diese Erze in den Alluvialformationen sind das Ergebniß des Auswaschens und des Transportes alter Ablagerungen durch die Alluvialgewässer.

Tuffformation.

Eine ziemlich regelmäßige Schichtung unterscheidet diese Gruppe von den vorhergehenden; die Tuffformation verbindet sich in der That häufig mit der Trümmerformation und mit der Alluvialformation, so daß der Uebergang der einen in die andere manchmal nicht zu unterscheiden ist. Der herrschende Charakter der Tuffformation ist eine Art Kalkgestein, sehr häufig aus Concretionen bestehend, und eine große Quantität Ueberreste von Pflanzen, von Erd- und Süßwassermuscheln enthaltend; man bemerkt darin eine Menge kleiner cylindrischer Kanäle, ähnlich denen in einigen Süßwasserkalksteinen, von denen noch die Rede sein wird in dem Capitel, welches von den tertiären Gebirgsarten handelt. Dieses Gestein, welches, wie eben bemerkt worden, sehr porös ist, besitzt zu gleicher Zeit eine große Leichtigkeit, geht aber auch in einen dichten Kalkstein über. In beiden Fällen wird es häufig als Baustein benutzt.

Am Meeresgestade findet man eine Tuffformation von gleichem Aussehen und Textur, wie bei der vorhergehenden und zugleich eine Menge Meermuscheln der gegenwärtigen Epoche enthaltend.

Je nachdem die eigentliche Tuffformation isolirt vorkommt oder mit der Trümmer- und Alluvialformation abwechselt, ist ihre Mächtigkeit mittelmäßig, oder beträchtlich. Ihre mittlere Mächtigkeit beträgt im ersteren Falle fünf bis sechs Meter; im zweiten muß sie aber beträchtlich sein, nach dem, was wir über die vorhergehenden Gruppen gesagt haben.

Diese Tuffformation enthält auch Spuren der menschlichen Industrie und ist ohne Zweifel die einzige regelmäßige Ablagerung, in welcher man, obgleich sehr selten, menschliche Knochen findet. Man darf sich darüber nicht wundern, wenn man in Erwägung zieht, daß die Kalkconcretionen sich täglich vor unsern Augen bilden.

Die Bestandtheile dieser Gruppe mit denen der Trümmer- und Diluvialformation sind das Ergebniß des letzten Einbruches der Meeresgewässer über die Festlande. Es ist demnach begreiflich, daß die Gestalt dieser Ablagerungen in vielen Gegenden von derjenigen der Alluvialformation, die langsam in der neueren Periode bewirkt worden ist, abweichend sein müsse.

Die Alluvialformation ist regelmäßig und meistentheils in den Thälern und in den niedern Ebenen abgesetzt worden. Die Diluvialformation nimmt, ohne irgend eine Ordnung der Vertheilung, die Seiten, die

Unebenheiten der Bergketten, die Vertiefungen der Gesteine an den Stellen ein, bis wohin die Strömung der jetzigen Gewässer aller Wahrscheinlichkeit nach nicht steigen konnte. Herr Melleville drückt sich in seinem Diluvium (Recher.hes auxquelles on doit donner ce nom etc.) folgendermaßen aus, indem er der Ueberschwemmung gedenkt, welche diese Ablagerung erzeugt hat:

»1) Diese Erscheinung ist allgemein und einzig gewesen; die Existenz einer Diluvialformation an allen Stellen des Erdbodens, ihre geringe Mächtigkeit, die Constanz ihrer mineralogischen und paleontologischen Merkmale gestatten keine andere Erklärung.

»2) Sie ist heftig gewesen: dieses beweist der Zustand der in der Regel abgeriebenen und zerbrochenen Knochen, die Gegenwart der Blöcke des Kieses und des Sandes im Diluvium, die Lage dieser Substanzen an hohen Orten und die Entfernung, bis zu welcher sie von ihren Ursprungsorten weggeführt worden sind.

»3) Sie ist ohne Dauer gewesen; denn das Diluvium enthält keine Süßwasser-, Fluß- oder Erdmuschel.

»4) Sie ist rasch und augenblicklich eingetreten, weil man in dieser Formation nicht die Mengung bemerkt, welche eine Folge des unmerklichen Uebergangs von einem Zustande der Dinge in einen andern gewesen sein würde.«

Die Bestandtheile der Alluvialformation gehören den Gesteinen an, die den Becken benachbart waren, in welche die Ablagerung erfolgt ist; diejenigen der Diluvialformation enthalten nicht allein benachbarte Gebirgsformationen, sondern auch andere Bildungen, deren Entfernungsgrad man nicht kennt.

Die Diluvialformation besteht an ihrem obern Theile aus bräunlichem oder röthlichem Thon, verbunden mit Sand in Körnern von ungleicher Größe. Der Diluvialthon bildet den größten Theil des urbaren Landes; der untere Theil besteht durchgängig aus Sand, Kies und Kieselgeschieben, als Ergebniß der Dislocation verschiedener Gesteine und des Transportes ihrer Bruchstücke. Die letzteren findet man folglich immer abgerundet. An allen Stellen enthält diese Sandablagerung eine mehr oder weniger große Quantität von Quarzkieseln verschiedener Farben.

Man rechnet auch zur Gruppe der Diluvialformation jene erratischen Blöcke oder Findlinge, die wir in den Thälern der Loire, der Marne, der Vienne u. s. w. häufig an der Oberfläche des Bodens und ein andermal in der Alluvial- oder Diluvialformation begraben finden; man bemerkt sie auch in der Umgebung von Paris in der Richtung der Abhänge der Hügel, von welchen sie herabgestiegen sind. Häufig rühren diese Blöcke, von denen einige ein Volumen von 15 bis 20 Kubikmetern besitzen, von entfernten Ländern her. So haben z. B. die Gebirge Scandinaviens und Finnlands mit ihren Bruchstücken die Ebenen bedeckt, welche sich von der Ostsee bis zum Uralgebirge erstrecken. Die erratischen Blöcke findet man nicht bloß in den Ebenen, sondern auch in verschiedenen Höhen an den Seiten der Berge und oft in Linien, welche eine Art von regelmäßigem Parallelismus zu behaupten scheinen.

Die Diluvialformation ist reich an Mineralien verschiedener Art; das Bohneisenerz ist bei uns der Gegenstand eines wichtigen Bergbaues;

in andern Ländern, am Uralgebirge z. B., beutet man in dieſer Formation das Gold, das Platin und den Diamant aus. In Braſilien findet man in derſelben den Corund, den Spinell, den Zircon, den Topas, den Cymophan, den Smaragd, das Platin u. ſ. w.

Die Foſſilien, welche die Diluvialformation enthält, gehören zugleich verloren gegangenen Arten und lebenden Arten an; von den Säugethieren bemerkt man die Gattungen, Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd, Hirſch, Dachs, Bär, Hyäne, Katze, Hund u. ſ. w., ferner das Maſtodon, eine verloren gegangene Art und der Gattung Elephant analog, eine Tapyr-Art, die der jetzigen ſehr nahe kommt.

Man findet darin noch mehrere Arten von Nagethieren, als Haſen, Ratten u. ſ. w., wie auch mehrere Arten von Vögeln und von Muſcheln. Keine der letzteren gehört der gegenwärtigen Epoche an. Die Knochenhöhlen Frankreichs, Englands, Frankens ſind berühmt durch die erſtaunliche Menge organiſcher Ueberreſte, welche ſie enthalten und die einen unwiderlegbaren Beweis von der Gleichzeitigkeit liefern, mit welcher die Revolution der Ueberſchwemmung, die uns hier beſchäftigt, eingetreten iſt.

Vegetabilien verſchiedener jetzt lebender Arten finden ſich in der Diluvialformation im Zuſtande des Kieſelſteines. Man bemerkt hier Eichen, Pappeln, u. ſ. w., ganz oder in Trümmern.

Wir wollen jetzt das, was wir über die Transportformationen im Allgemeinen zu ſagen hatten, mit der Bemerkung beſchließen, daß das Durchſinken dieſer verſchiedenen Schichten leicht und wohlfeil iſt, wenn die Erforſchung nur eine mittelmäßige Tiefe in Anſpruch nimmt; ſoll ſie aber weiter fortgeſetzt werden, ſo nehmen die Koſten beträchtlich in Folge der Nothwendigkeit zu, die durchſunkenen Schichten mit Röhren auszuſtoßen, um ihre Bewegung abzuſchneiden. In der Alluvialformation kann z. B. ein Bohrloch bis auf 150 Meter Teufe innerhalb 3 Monaten mit einem Aufwand von 2800 Francs niedergebracht werden; aber manchmal macht ſich auch ein vierfaches Einziehen von Röhren nacheinander nothwendig, was auf 6000 Francs zu ſtehen kommt.

Die Durchſchnittszeichnungen einiger Bohrarbeiten, welche in dieſer Formation ausgeführt worden ſind und dieſelbe nicht oder nur wenig überſchritten, haben die Ueberzeugung gegeben, daß reichliche und fortdauernd ſpringende Quellen an ziemlich hohen Punkten aufgeſucht werden können. In dieſen Localitäten würde es nicht rationell ſein, das Bohrloch tiefer niederzubringen, denn in ſolchem Falle könnte man das erhaltene Waſſer verlieren.

Bevor man in einer ſolchen Transportformation eine Bohrarbeit vornimmt, iſt es von Wichtigkeit, die Geſtaltung des Bodens, die Ausbreitung und die Lagerung der beweglichen Schichten, die Höhendifferenz zwiſchen dem Punkte, wo man abbohren will, und den verſchiedenen durchlaſſenden Schichtenköpfen des Untergrundes in Erwägung zu ziehen. Die Ablagerungen ſelbſt müſſen auch von einer nichtdurchlaſſenden Schicht, z. B. von einer Thon- von einer Mergelſchicht u. ſ. w., bedeckt ſein.

Das Aufſuchen des Waſſers in dieſer Formation iſt Glücksfällen unterworfen, was bei den tieferen Formationen ſeltener der Fall iſt.

Klassification und Kennzeichen der plutonischen Formationen.

Die plutonischen und die Flötz-Formationen sind, wie wir gesagt haben, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, ihrer innern Structur, ihrer Formen und ihrer Vertheilung in der festen Erdrinde von einander verschieden. Die plutonischen Formationen können also nicht noch denselben Erwägungen, wie die Flötz-Formationen, klassificirt werden. Die Schichtung und die Gegenwart der Fossilien, die Ausgangspunkte jeder Erforschung und die Basis jeder Klassification in der Reihe der Flötz-Formationen, sind nicht mehr vorhanden in den plutonischen Formationen; dagegen wird die Zusammensetzung und die Gesammtheit der mineralogischen Merkmale der rationellste und sicherste Führer zur Erkennung des Alters dieser letzteren. Da diese Formation nur in seltenen Fällen mit dem Bergbohrer in Angriff genommen wird, so will ich mich darauf beschränken, nur die Hauptkennzeichen anzugeben.

Man hat die plutonischen Formationen in drei Gruppen getheilt: in die granitische, in die porphyrische und in die vulkanische.

Granitformation.

Man würde sich eine falsche Vorstellung von der Beschaffenheit der Granitgesteine machen, wenn man glauben wollte, daß sie allein die Grundhülle der festen Erdrinde bildeten, und daß über diese Hülle hinaus keine Repräsentanten derselben emporgestiegen wären. Die alten Geologen huldigten dieser Ansicht, aber die Beobachtung der Thatsachen hat nicht gesäumt, diese irrige Ansicht zu berichtigen. An mehr als einer Oertlichkeit hat man gefunden, daß der Granit Gebirgsformationen bedeckt, die offenbar neptunischen Ursprungs sind. In der Umgegend von Christiania treten Granit und Syenit auf, die späteren Ursprungs als der fossilienführende Kalkstein der Uebergangsepoche sind. Massen von Granit und porphyrartigem Syenit sind in Norwegen in regelmäßige Flötz-Formationen eingeschaltet, und diese Massen haben sich über den rothen Sandstein hinaus in der Formation des darüber gelagerten Kalksteines ergossen. In den Bergen von Oisans giebt es Granit, der nicht allein späteren Ursprungs als das Uebergangsgebirge, sondern auch spätern Ursprungs als die Juraformation ist. In den Pyrenäen findet man den Granit eingeschaltet in die Kalkschichten der untern Kreideformation. Bei Alençon lagern Granitblöcke manchmal über der Arkose und selbst über dem unteren Rogenstein. Eine große Menge von ähnlichen Lagerungen und mineralogischen Beziehungen sind endlich beobachtet worden in der Schweiz, in Deutschland und in mehreren andern Ländern. Bei diesen vielfältigen, gehörig studirten und ergründeten Thatsachen war kein Zweifel mehr möglich, und der Granit wurde nicht mehr, wie sonst, für die einzige Umhüllung, welche das erste feste Häutchen erzeugte, angesehen. Der Ausdruck des Urgebirges, so wie man ihn seit langer Zeit verstanden hatte, mußte nun seinen Sinn ändern, und die vorgenommene Zergliederung desselben hat ihn beträchtlich reducirt. Wir haben übrigens bei der Beschreibung der Gesteine gesehen, welche unser Urgebirge zusammensetzen, wie diese Gesteine unmerklich in ihrer Textur und in ihrer Zusammensetzung selbst in den Granit übergehen, und man fragt sich gegenwärtig, ob das erste feste

Häutchen, welches unsern Planeten vor der Bildung aller andern Mineralsubstanzen umgeben hat, wirklich an irgend einem Punkte der Erde bloß gelegt worden sei.

Wenn man zu diesen geognostischen Thatsachen diejenigen hinzufügt, welche in Uebergangsgegenden aus der so häufigen Durchsetzung der Flötzschichten von Granitgängen hervorgehen, so wird man vielleicht geneigt sein, anzunehmen, daß die meisten Granitgesteine, die uns an der Oberfläche der Erde in Gestalt isolirter Massen oder langer Bergketten zu Gesichte kommen, nicht nothwendig von einem früheren Alter sind, als jede geschichtete Flötzformation, sondern daß sie in dieser Beziehung mit secundären Ablagerungen, die in der Reihe dieser Formationen selbst sehr hoch liegen, auf gleicher Linie stehen können.

Die Granitbildung zeigt uns, mit einem Wort, plutonische Gesteine, welche sich von der zweiten Periode in die Uebergangsperiode fortsetzen und in jene ungewisse Epoche verlieren, wo der Granit sich mehr und mehr zu isoliren schien, so daß man auf einen feurigen Kern geführt wird, der eine allgemeine Rinde unter den ersten Flötzablagerungen findet.

Die Granitformation bedeckt, gleich der geschichteten Urformation, ausgebreitete Strecken; sie bildet Berge und Bergketten von verschiedenartigem Aussehen und die manchmal, je nach den Gesteinen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, eine sehr große Höhe darbieten. Der talkhaltige Granit (Protogyn) bildet die höchsten Berge des europäischen Festlandes (den Mont-Blanc und die meisten Hörner, welche ihn umgeben). Der Granit erreicht in gewissen Gegenden eine Höhe von mehr als 4200 Metern über dem Meeresspiegel. Die Granitformationen sind endlich diejenigen, welche sowohl in ihrer Gesammtheit, als in ihren Theilen eine große Gleichförmigkeit auf der ganzen Oberfläche der Erde darbieten.

Porphyrformation.

Das Porphyrgestein bildet den Typus dieser Formation, zum Theil durch seine Zusammensetzung, aber hauptsächlich durch seine Textur und seine Vertheilung.

Es ist nicht gut möglich, chronologische Beziehungen zwischen den verschiedenen Gesteinen, welche die Porphyrformation bilden, aufzustellen; das eine Gestein charakterisirt ein Land, wo es ausschließlich vorkommt; ein anderes Gestein herrscht in einem benachbarten Lande, und es giebt sehr wenig Gegenden, wo man eine gleichzeitige Entwickelung der verschiedenen Gränzen findet. Der Porphyr bildet indessen darin eine Ausnahme, daß man ihn fast überall findet, und er scheint den Uebergang zur Granitformation zu bilden. Die Ophite, welche in den Pyrenäen späterer Entstehung, als das tertiäre Gebirge, sind, liegen gleichsam am andern Ende der Reihe der Gränzen der Porphyrformation. Es fehlt bis jetzt an Angaben, um geognostisch die Gesteine der Formation zu klassificiren, welche zwischen dem Porphyr und dem Ophit mitten inne liegen.

Die Länder und die Gebirge, welche den Gruppen der Porphyrformation angehören, haben ein ganz anderes Aussehen, als diejenigen, welche nur Granit enthalten. Diese Länder haben zuerst immer eine

weniger große Ausbreitung und sind selbst häufig nur Stückformationen; die weniger hohen Berge sind weder spitzig, noch zerrissen, sondern mehr conisch, gedrückt oder abgerundet; die Structur im Großen ist massiv; manchmal ziehen sie sich prismatisch oder sphäroidisch zusammen, wie es bei den vulkanischen Steinen in ähnlicher Weise geschieht.

Die Porphyrgesteine bieten wenig eingesprengte Mineralien dar, und die reichen Metalllager, welche sie enthalten, kommen in Stöcken, oder häufiger noch in Gängen vor.

Vulkanische Formationen.

Die Gesteine, welche diese Formation repräsentiren, können hinsichtlich ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihrer massiven Formen in drei Hauptgruppen getheilt werden und zwar 1) in solche von sehr verschiedenartiger Feldspathzusammensetzung, deren mineralogische Details sehr charakteristisch sind; sie sind von wenigen vulkanischen Auswürfen begleitet, und bilden Berggruppen mit hohen Gipfeln ohne Krater; die Umstände des Auswurfes sind schwierig zu ergründen. Die Gesteine dieser Gruppe sind Trachyte und gehören dem untersten Theil der vulkanischen Formation an. 2) In solche, wo der Augit vorherrscht und denen eine dichte Textur, die Häufigkeit des Peridot, die nette und pseudoregelmäßige Structur, ein ganz specielles Aussehen verleihen; sie existiren in Form ausgebreiteter Flächen, in Gängen, in isolirten Massen, welche zwar eruptive Umstände anzeigen, die aber verschieden von denen sind, welche bei der Erzeugung der Gesteine der oberen Gruppe vorgewaltet haben. Es sind Basalte und Gesteine, welche in diese Kategorie gehören, die die mittlere Gruppe der vulkanischen Formation einnehmen. In solche, welche von vulkanischen Ausbrüchen herrühren und großentheils mit den historischen Zeiten gleichzeitig sind; dahin gehören Gesteine von sehr verschiedenartiger Zusammensetzung (Augit, Feldspath und Leucit enthaltend), die sich aber in der Regel durch eine zellige und etwas schwammige Textur, durch zufällige besondere Mineralien und hauptsächlich durch die Formen charakterisiren, unter welchen sie sich darbieten (conische Berge z. B. mit einem Krater, welche durch diesen Krater, oder durch seitenständige Mündungen Schlacken, Asche, Dämpfe u. s. w. ausgeworfen haben und noch auswerfen und Lavaströme in langen und schmalen Streifen ergießen). Dieses sind die Lavagesteine der obersten Gruppe der vulkanischen Formation.

Die Zahl der bekannten sich noch in Thätigkeit befindlichen Vulkane sind in der Regel um einen Mittelpunkt herum gruppirt, oder nach mehr oder weniger regelmäßigen Richtungslinien; sie bilden mehr oder weniger ausgebreitete Gegenden, die in der Regel bergig sind.

Die vulkanische Thätigkeit hat zu wirken begonnen seit der tertiären Periode mit Einschluß derselben und hat ohne Zweifel ohne Unterbrechung bis zur jetzigen Epoche fortgedauert. Außer den Mineralien und den Gesteinen, welche in der Masse der vulkanischen Formation in Gestalt von Krystallen oder von Bruchstücken gleichsam festsitzen, findet man auch welche, die auf ähnliche Weise, wie die Sublimationen, welche in unsern Kaminen und Oefen erfolgen, in derselben vertheilt sind. Dahin gehören namentlich das Kochsalz, der Salmiak, die Borsäure, das Schwefelarsenik, der Schwefel u. s. w.

Unter den Hauptlagern der vulkanischen Formation verdienen Erwähnung die Eifel in Rheinpreußen, die Auvergne in Frankreich, der Vesuv in Italien *), der Aetna auf Sicilien, der Heckla auf Island u. s. w.

Anwendung geognostischer Kenntnisse zur Erforschung nützlicher Substanzen.

Was man unter geognostischem Becken zu verstehen hat.

Nach allen den Betrachtungen, die wir über die Beschaffenheit der geschichteten Formationen, über ihre Lage, über ihre Beziehungen zur krystallinischen Erdrinde gesagt haben, die ihnen zur Grundlage dient, läßt sich nun leicht begreifen, was die Geologen gewöhnlich unter Becken verstehen.

Die Unebenheiten, welche an der Erdoberfläche vorkommen, lassen sich auf die bergigen Vorragungen, die sie nach allen Richtungen durchziehen, oder auf die Versenkungen zurückführen, deren Verhalten oder Form im Verhältnisse mit demjenigen der vorragenden Massen stehen, von welchen sie umschrieben werden. Diese Senkungen oder Vertiefungen sind meistentheils mit Wasser gefüllt, welches zwei Drittel der Erdoberfläche bedeckt und auf letzterer eine gewisse Zahl von Wasserbecken bildet, deren Ausdehnung verschieden ist. Denken wir uns nun unermeßliche Behälter, mehr oder weniger regelmäßig umschrieben und zwar nach Art eines Kreises; nehmen wir ferner an, daß die im Schooß der Gewässer und die von den Strömungen herbeigeführten oder vom benachbarten Boden abgerissenen und schwebend erhaltenen Sedimente sich ablagern, so wird die Form der ersten Schicht, welche durch diese Ablagerung erzeugt wird, natürlich die Richtung und alle Einbiegungen des Beckenbodens verfolgen, auf welchem sie lagert. Bemerken wir noch, daß in Betreff der Theorie wenig darauf ankommt, ob die Beschaffenheit dieses Grundes durch dieses oder jenes Gestein, durch diese oder jene Formation repräsentirt werde. Alle folgenden Schichten werden sich sodann successiv in parallelen Schichtungsflächen nach der untersten Schicht abmodelliren. Nach einer mehr oder weniger beträchtlichen Zeit, deren Dauer nach dem Reichthum der Sedimente und nach der Ausdehnung und Tiefe der ersten umschriebenen Senkung berechnet

---

*) Ich habe im Jahre 1844 im Garten des königlichen Palastes zu Neapel ein Bohrloch ausgeführt, um eine springende Quelle zu erhalten; der Boden, auf welchem ich ansetzte, lag 22 Meter über dem Meeresspiegel. Nachdem einige Meter von Dammerde und Sand durchbohrt waren, drang der Bohrer in den vulkanischen Tuff, aus w lchem ein Theil der die Stadt umgebenden Berge und namentlich die Grotte des Pausilippo bestehen In einer Teufe von 140 Metern war diese Schicht durchsunken, und der Bohrer drang in Sand oder vulkanische Asche. Hier wurde Süßwasser erbohrt, und es stieg im Bohrloche bis auf 14 Meter unter der Bodenoberfläche, also 8 Meter über den Meeresspiegel. In einer Teufe von 180 Meter brachte der Bohrlöffel fossile Muscheln zu Tage, woraus man erkannte, daß die tertiäre subapennine Formation erreicht sei, welche auf der Juraformation lagern muß, aus welcher die Berge von Castellamare bestehen.

Dieses Bohrloch hat gegenwärtig eine Teufe von 200 Metern erreicht; es wird wahrscheinlich bis auf 300 Meter niedergebracht werden und, wie ich vermuthe, das gewünschte Resultat gewähren.

werden kann, wird letztere allmählich in ihren Durchmessern abgenommen oder in gewissen Fällen sogar völlig verschwunden sein, indem sie durch Sedimente ausgefüllt worden ist, die sich in Form von Schichten abgesetzt haben, deren Ausbreitung im Verhältniß ihrer Höhe abnehmen wird und deren äußerste Durchschnitte endlich an der Oberfläche zu Tage ausgehen werden, indem die untersten Schichten zu gleicher Zeit die äußersten sind, deren Einbiegung und Neigung sich ganz nach denjenigen der Senkung richten wird, welche sie ausfüllen, d. h. sie werden von Außen nach der Mitte hin sich senken. Von solcher Beschaffenheit sind die geologischen Becken, deren Form übrigens nicht immer regelmäßig ist, die sich aber alle auf eine allgemeine, ziemlich gleiche Anordnung beziehen. Ein klassisches Beispiel von beckenartiger Form, von abgelagerten Schichten, welche den Boden einer Gegend bilden, ist uns gegeben in den tertiären Becken des nördlichen Frankreichs, dessen Mittelpunkt Paris einnimmt. Die Kreide dient demselben zur Grundlage und bildet einen breiten Gürtel um dieses tertiäre Becken, welches von Montereau bis nach Roche=Guyon, hinter Provins, vor Sezanne, hinter Montmirail, vor Epernay, hinter Laon, nördlich von Compiegne, bei Beauvais und Gisors zu Tage geht. Innerhalb dieser fast kreisrunden Kreidegrenze lagern die verschiedenen tertiären Schichten, deren zu Tage Gehendes anzeigt, daß die untersten Schichten des Beckens zugleich diejenigen sind, die man am weitesten nach Außen hin findet.

Von den artesischen Brunnen.

Eine der glücklichsten Anwendungen, welche man von dieser Anordnung der neptunischen Schichten in Becken gemacht hat, ist unstreitig diejenige der Theorie der auf natürlichem oder künstlichem Wege springenden Quellen. Die Mineralmassen, welche die feste Erdrinde bilden, werden häufig von Spalten durchsetzt oder bestehen aus durchlassenden Schichten, in welchen sich wahre Wasserströme bewegen. Diese unterirdischen Ströme besitzen häufig das Vermögen, empor zu steigen und ein weit höheres Niveau anzunehmen, als dasjenige ihrer Lagerstätte im Innern der Mineralmassen, wenn man bis dahin einen Schacht oder ein Bohrloch abgeteuft hat. Häufig ist diese Steigkraft so groß, daß sich solche Gewässer über die Oberfläche des Bodens ergießen und selbst bis zu großen Höhen erheben. Diese Erscheinung gründet nun die artesischen Brunnen.

Wir haben in der kurzen Geschichte des Bergbohrers zu Anfang dieses Capitels auch die Geschichte und die Theorie der Speisung dieser künstlichen Brunnen mitgetheilt.

Bei der Erklärung des Emporsteigens der springenden Quellen durch hydrodynamische Kräfte, vermöge welcher die Wässer sich in communicirenden Röhren ins Gleichgewicht zu setzen streben, haben wir angenommen, daß die durchlassenden Schichten in ihrer ganzen Länge keine Unterbrechung darbieten; diese Bedingung ist offenbar absolut; aber dieses ist nicht der Fall in allen geologischen Becken; die einen haben ihre Regelmäßigkeit behalten, die andern sind verworfen, zum Theil entblößt und zerbrochen worden, und hier ist die Geologie berufen, nützliche Aus-

künfte zu geben und, nach einer Gesammtheit von Erwägungen, die Möglichkeiten eines günstigen Erfolges zu berechnen.

Im Ganzen, wie sich Herr Jules Burat in seiner trefflichen Arbeit über die artesischen Brunnen (1829) und Herr Héricart de Thury in den verschiedenen Abhandlungen für die Société d'Encouragement und für die Société d'agriculture ausdrücken, circuliren die artesischen Wässer in der Regel in einer durchlassenden und zwischen zwei nichtdurchlassenden Schichten. Diese erste Angabe schließt nothwendig Bedingungen der Zusammensetzung ein. Man weiß demnach, daß der Sand zu den durchlassenden Schichten, der Thon dagegen zu den nichtdurchlassenden gehört. Eine Wechsellagerung von Sand und Thon wird also für die Herstellung artesischer Brunnen die günstigste sein. Die krystallinischen Formationen können in keinem Falle oder nur zufällig springende Wässer gewähren.

Nicht allein die Zusammensetzung des Bodens muß dem Bohrmeister bei Aufsuchung eines artesischen Brunnen ein Fingerzeig sein, sondern auch sein Niveau über dem an der Oberfläche fließenden Wasser, so wie seine Form müssen beständig der Gegenstand seiner aufmerksamen Untersuchung sein. Für einen Versuch dieser Art muß man also immer einen Punkt wählen, der in einer Ebene oder in einem Thale nicht sehr hoch liegt; denn es ist einleuchtend, daß die isolirten Hochebenen, die Kämme, welche die Gränzen der hydrographischen Becken bestimmen, Punkte sind, wo man keine günstige Aussicht hat, springende Brunnen zu erbohren. Bohrarbeiten können indessen rationell auf gebildeten Hochebenen unternommen werden, wenn man bloß die Absicht hat, reichliches und unversiegbares Wasser zu finden. Man muß in den geognostischen Becken immer diejenigen Stellen aufsuchen, welche von den herrschenden Hervorragungen mehr oder weniger eingeschachtelt werden; an letzteren richten sich die Schichten der Ebene manchmal dergestalt auf, daß sie ihren Durchschnitt darbieten. Aus dieser Anordnung ergiebt sich, daß das äußere Wasser, welches in die durchlassenden Schichten eindringt, die zu Tage gehen, indem sie sich auf die einfassenden Hügel stützen, und welches mit diesen Schichten die Einbiegungen des Grundes verfolgt, um desto geeigneter ist, in Bohrlöchern empor zu steigen und artesische Brunnen zu gewähren, je höher die Punkte liegen, an denen das Wasser in die Schichtenköpfe eindringt, und je entfernter jene Punkte, wo es sich wieder verliert. In dem Capitel, welches von den verschiedenen Anwendungen des Erdbohrers handelt, werde ich mich ausführlicher über diesen Gegenstand verbreiten.

Allgemeines Aussehen der secundären und tertiären geologischen Becken, indem dabei ganz besonders der Boden Frankreichs als Typus angenommen ist.

Die ganz natürliche und leicht aufzufassende Vorstellung der Anordnung der geschichteten mineralischen Massen in geologischen Becken läßt sich in den meisten Fällen und in jedem Lande auf die sämmtlichen Ablagerungen anwenden. Nur die Ausdehnung oder die Gestaltung dieser Becken ist nach der Zeit und nach dem Raume unendlich verschieden. In den ersten geologischen Zeiten, wo die Senkungen, welche an der Oberfläche der Erde bestanden, unermeßliche Ausbreitung und geringere Tiefe hatten, und wo die Erhabenheiten des Bodens weniger zahlreich

waren und eine geringere Höhe als in späteren Epochen hatten, mußten sich die Ablagerungen auf weit größeren Räumen bilden, und ihre Anordnung in Becken muß uns folglich in einigen Fällen dunkler erscheinen. Aber mit dem Fortschritte der Zeit und nachdem die heftigen Erschütterungen, welche den Boden mehrmals nach einander bewegten, jene mächtigen Massen geschmolzener Substanzen nach Außen getrieben und an der Oberfläche nach allen Richtungen die gigantischen Reliefs gezeichnet hatten, die ihn in langen Intervallen durchlaufen, war der Raum umschriebener, die Gewässer waren mehr vertheilt und ihre Abgründe tiefer geworden; die Becken, wo die Sedimente sich absetzten, wurden um desto zahlreicher, jemehr sie sich der gegenwärligen Epoche näherten. Daher die allgemeinen Differenzen, welche die secundären und tertiären Becken darbieten. Letztere sind zahlreicher, zerstückelter, umschriebener; erstere entwickelter, zusammenhängender und in geringerer Anzahl. Wenn wir zu diesen Kennzeichen der Anordnung und der Umschreibung der Schichten noch einige von denen hinzufügen, die aus ihrer Beschaffenheit und ihrer Zusammensetzung hervorgehen, so können wir uns eine richtige Vorstellung von der allgemeinen Physiognomie der secundären und tertiären Formationen machen. Wir haben schon diese Frage berührt, als wir jede Formation im Besonderen beschrieben; um unsere Kenntnisse in diesem Betreff zu vervollständigen, wird es nicht unzweckmäßig sein, einen Blick auf die ganze allgemeine Anordnung der geologischen Becken Frankreichs zu werfen.

Wenn man eine geologische Karte Frankreichs betrachtet, so wird man bald eine gewisse Zahl fast regelmäßiger oder wenigstens in fortlaufenden Streifen bemerkbarer Nuancen gewahr werden, welche gleichsam ein breites Band bilden, welches schräg über den mittleren Theil Frankreichs von der Umgebung von Poitiers an bis zu derjenigen von Metz oder noch etwas weiter aufgerollt ist; diese Nuancen repräsentiren die verschiedenen Schichten der Juraformation. Wir sprechen von ihnen hier vorzugsweise vor allen andern, denn diese sind eigentlich die successiven kreisförmigen Schichten, welche den Hauptcharakterzug der Physiognomie der geschichteten Formationen unseres Landes bilden. Abstrahirt man von den Unregelmäßigkeiten der Krümmung dieser Jurastreifen und von den Verlängerungen oder Anhängen, welche sie zufällig in verschiedenen Richtungen ausstrahlen; so ist leicht zu erkennen, wie die gelehrten Verfasser der geologischen Karte Frankreichs ganz richtig bemerkt haben, daß diese Streifen zwei Arten von Ringen bilden, welche auf der Oberfläche dieses weiten Landes eine Figur darstellen, die sich folgendergestalt ausnimmt ≍, d. h. zwei Convexitäten nach Norden und nach Süden gerichtet sind. Diese beiden Krümmungen, obere und untere, bieten eine vollständige Opposition in der Art und Weise dar, in welcher die Schichten der Juraformation hier in Bezug auf die Massen geordnet sind, welche die beiden von ihnen umschlossenen Räume einnehmen. Die südliche Krümmung umschreibt ein vorragendes Massengestein, welches hauptsächlich aus Granit besteht; es ist nicht so hoch als der Raum, den es umgiebt; die Schichten dieser Krümmung lagern auf dem massiven Grunde, welcher den Mittelpunkt bildet. Von solcher Beschaffenheit ist nun auch, mit einem Wort, das bergige Massengestein des mittleren Frankreichs, welches von dem vulkanischen Gestein des

Cantal, des Berges Dore und des Mezenc gekrönt wird; die nördliche Krümmung dagegen, welche den Umriß eines Beckens bildet, von welchem Paris der Mittelpunkt ist, umschreibt einen Raum, welcher von Flötzgesteinen eingenommen wird; sie ist großentheils höher als diese Schichten; die Ablagerungen, aus denen sie besteht, versenken sich unter die Massen, welche die mittlere Ausfüllung des Beckens bilden. So bieten denn die beiden Haupttheile des französischen Bodens, die mittlere Hochebene und das Pariser Becken, ganz entgegengesetzte Structuren dar. Die Structur des südlichen Theiles ist ohne Zweifel durch hervortretendere Linien gezeichnet, welche wenigstens auf den ersten Blick mehr ins Auge fallen, als diejenigen des nördlichen Theiles, weil diese Umrisse die höchsten Berge des mittleren Frankreichs bezeichnen. Der nördliche Theil indessen ist auch mit einer eigenthümlichen Reinheit an seiner östlichen Seite gezeichnet. Hier erreichen die Umrisse der Juraformation ihre größte Höhe. Ungleich abgenutzt durch die Revolutionen der Erdkugel, je nach ihrem Grad der Härte, bilden die verschiedenen Schichten, aus denen diese Formation besteht, gleichsam eine Reihe concentrischer Modelle von einander; sie drehen sich um Paris herum, welches ihr gemeinschaftlicher Mittelpunkt ist.

Ueberall, wo der Jurakalkstein herrscht, sind die Thäler selten und tief; die abschüssige Form ihrer Böschungen zeigt uns, daß diese Thäler durch Spalten entstanden sind, welche die Formation in einer beträchtlichen Dicke zerschnitten haben. Daraus ergiebt sich denn, daß diese Gegenden, wenn sie keine sehr heftigen Zerrüttungen erfahren haben, weite Hochebenen darbieten welche mit fast senkrechten Mauern eingefaßt sind. Diese Formation bietet nicht überall so hohe Plateaux dar, aber die kleine Zahl der Thäler, von denen sie durchschnitten wird, und ihre Tiefe sind beständig unterscheidende Kennzeichen.

Die durch die Kreideformation gebildeten Gegenden haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Landstrichen des Jurakalkes, von welchem so eben die Rede war; aber in der ersteren Formation findet man nimmer, außer den durch Zerreißung entstandenen Thälern, eine gewisse Zahl anderer von sanften Formen und bloß durch die Wirkung der Gewässer ausgewaschen. Die Bäche sind alsdann hier zahlreicher, und die Bergkuppen, obschon sehr in die Länge gezogen, sind in der Regel abgerundet.

Die in den tertiären Gebirgsformationen so reichlichen Thonschichten geben endlich dieser Formation häufig die Eigenschaft, das Wasser zurück zu halten; auch ist die Oberfläche derselben häufig mit einer erstaunlichen Quantität kleiner Teiche bedeckt, welche dem Lande ein eigenthümliches Aussehen verleihen. Die Departements Indre-et-Loire, Loire-et-Chere, Loiret, gleich den so fruchtbaren Ebenen von la Bresse, bieten uns Beispiele dieser Anordnung dar.

Ich kann kein Departement angeben, in welchem alle Flötzschichten besser gezeichnet wären als in demjenigen der Ardennen. Wenn man dieses Land von der Gränze des Departements der Marne bis über Charleville hinaus, mit der geologischen Karte der Herren Sauvage und Buvignier in der Hand, durchwandert, so gelangt man succesiv von der Kreideformation bis zum Uebergangsschiefer, und alle Formationen des secundären Gebirgs zeichnen sich succesiv nach einem ziemlich großen

Maßstabe, um sie gut studiren zu können; die Form der abgerundeten Hügel und der Berge läßt schon aus der Entfernung die verschiedenen Formationen erkennen, und wenn man erstere besteigt, so muß man das regelmäßige Fallen der Schichten bestätigen.

Gewöhnliche Lagerungsverhältnisse der fossilen Brennmaterialien, welche mittelst des Erdbohrers aufgesucht werden können, und zwar des Anthracits, der Steinkohle, des Lignits und des Torfes.

Anthracit. Dieses mineralische Brennmaterial findet man hauptsächlich im Uebergangsgebirge und zwar im oberen Theile dieser Formation. Hier ist sein normales Lager, und wenn man es anderwärts, in der Reihe der Flötzschichten, antrifft, so ist dieses ein Zufall und häufig eine Folge von Ursachen, die erst nach seiner Bildung in Wirksamkeit getreten sind. Hierher gehören z. B. gewisse Lignite der tertiären Formation, die in Berührung mit dem Basalt stehen und in Anthracit umgewandelt worden sind, wahrscheinlich durch die Hitze des Basaltes, welcher das Erdpech des Lignites abdestillirte und dadurch letzterem die Beschaffenheit des Anthracits ertheilte. Die Anthracite der Alpenregionen rühren ebenfalls, wie die meisten Geologen mit Herrn Elie de Beaumont annehmen, aus einer späteren Zeit als der Uebergangsperiode her und müssen einer metamorphischen Umwandlung der kohlenhaltigen Ablagerungen der Liasformation zugeschrieben werden. Das kohlenhaltige Brennmaterial der Uebergangsformation kommt bald in schwachen Schichten, bald in Massen, in Stöcken, in Gängen in den ältesten sandigen Gesteinen vor, die wir Grauwacke nennen, ferner in den Schiefer- oder Mandelgesteinen oder im Conglomerat u. s. w. Die Kohlenformation, welche unmittelbar über dem Uebergangsgebirge lagert, enthält auch ziemlich häufig Anthracit, bald in Gestalt besonderer Nester, bald an gestürzten Spalten, welche die Steinkohlenschichten durchsetzen.

Die Steinkohle kommt, wie wir gefunden haben, immer in Massen, manchmal in Stöcken und am gewöhnlichsten in Schichten, selten auf Gängen in den großen sandigen Ablagerungen vor, welche mit dem Namen Kohlensandstein bezeichnet werden, ferner über dem Kalkgestein, mit welchem die Reihe der secundären Bildungen beginnt. Der Sandstein der Steinkohlenlager besteht häufig aus Quarz, Feldspath und Glimmer, weßhalb er den Namen wiederhergestellter Granit erhalten hat. Die Körner, aus welchen er besteht, sind von veränderlicher Größe. Ist der Sandstein feinkörnig und der Glimmer reichlich, so wird das Gestein schieferig. Ein anderes Gestein, welches die Steinkohle begleitet, ist ein wenig fester Thonschiefer, der sich leicht spaltet oder zerreiblich ist; seine Farbe ist schwärzlich oder bläulich. Er ist manchmal durchdrungen von Erdpech und wird bituminöser Schiefer, brennbarer Schiefer u. s. w. genannt. In diesem Thonschiefer findet man die Abdrücke, von denen bereits die Rede gewesen ist; auch kommt in diesem Gestein der Thoneisenstein vor, was in dieser Formation so merkwürdig ist. Der Thonschiefer bildet das Hangende und das Liegende der Steinkohlenschichten. Diese Schichten sind mehr oder weniger zahlreich und steigen manchmal bis auf 60, immer aber durch Thonschiefer und Kohlensandstein von einander getrennt. Ihre Mächtigkeit wechselt von 30 bis zu 60 Centimeter, bis zu 6 und 7 Meter und

darüber. Die Schichtung der Steinkohlenformation iſt ſehr deutlich ausgeſprochen. Sie bietet ganz deutlich periodiſche Schichtung dar, d. h. man bemerkt immer dieſelbe Ordnung in der Anordnung der Schichten, welche jede Steinkohlenader bedecken. Dieſe Schichten ſind bald faſt horizontal, bald ſtark gegen den Horizont geneigt; aber ſehr häufig haben ſie eine Form, welche man die muldenförmige nennt, d. h. ſie richten ſich gleichförmig an jeder Seite der Geſteine, gegen welche ſie ſich ſtützen, auf. Häufig ſind auch die Steinkohlenſchichten unregelmäßig in ihrem Verhalten; an der einen Stelle z. B. bieten ſie ſich in Geſtalt von zickzackförmigen Falten dar; an einer andern iſt ihre Längenerſtreckung unterbrochen von tiefen Rücken (failles); an wieder einer andern iſt das Brennmaterial vermiſcht mit den ſteinigen Materialien, welche ſein Hangendes oder Liegendes bilden und zwar in ſolchem Grade, daß der Abbau derſelben zur Unmöglichkeit wird. Dieſes nennt man nach dem bergmänniſchen Ausdrucke ein Gewirre. In dem Falle der zickzackförmigen Anordnung verfolgen die beiden ſchiefrigen Saalbänder dieſelben Einbiegungen, wie die Steinkohle, ſo daß die Schichten nicht aufhören, einander parallel zu ſein. Man kann dieſe Art von Brüchen nicht leicht anders erklären, als daß man annimmt, daß einige Theile des Bodens ein Einſinken erfahren haben, bevor die Subſtanzen der Kohlenformation ganz feſt geworden waren. Im Falle eines geſtürzten Spaltes, eines Ereigniſſes, welches leicht zu erklären iſt, findet ſich der Spalt, in deſſen Richtung die Unterbrechung der Steinkohlenſchichten ſtattgefunden hat, ausgefüllt mit fremden Subſtanzen, aber in der Regel mit den Trümmern der Formation; man muß alsdann dieſe Spalten durchſinken, um die Schicht des Brennmateriales wiederzufinden, welches man auf der einen Seite des Sturzes immer tiefer wieder findet.

Die Schichten der Steinkohlen findet man gewöhnlich am Fuße der Maſſengebirge, an Stellen, welche durch ihre Anordnung verrathen, daß ſie ehedem vom Meer bedeckte Thäler, oder Golfe, oder Becken in den Zeiten geweſen ſind, wo die Gegend noch zum Theil vom Ocean bedeckt war. Man ſieht, daß dieſe Schichten alle Krümmungen der Formation verfolgen, die ihr zur Baſis diente; aber noch niemals hat man ſie im Innern der Berge angetroffen. Die Steinkohle ſcheint abgelagert worden zu ſein in der ganzen Länge der Thäler und häufig ſelbſt in den benachbarten Thälern, ſo daß, da die Richtung dieſer Thäler bekannt iſt, man daraus auf die Anordnung der Steinkohlenſchichten ſchließt, welche immer eine große Menge kleiner Becken in der Richtung des Hauptthales bilden.

Die britanniſchen Inſeln, Frankreich, Belgien, Schleſien und gewiſſe Theile des nördlichen Deutſchlands ſind ſo ziemlich die einzigen europäiſchen Länder, wo die Steinkohlenformation in anſehnlicher Ausdehnung vorkommt.

In dieſen Ländern bildet ſie ſehr häufig iſolirte Becken, die manchmal kaum einen Quadratkilometer Oberfläche haben, und ein andermal beträgt ihre Oberfläche mehrere hundert Quadratkilometer. Auf dem Feſtlande ſind die merkwürdigſten das Becken von Saint-Etienne in einer Cavität von Gneis und Glimmerſchiefer; dasjenige von Aubin im Aveyron; dasjenige von Alais im Gard-Departement; dasjenige des Creuſot und des Montchanin (Saône-et-Loire); dasjenige von Braſſac

(Puy-de-Dôme); dasjenige von Decise (Nièvre); dasjenige von Ronchamps (Vogesen); dasjenige von Saarbrücken, von Essen und Werden; dasjenige Schlesiens u. s. w.

Herr Amédée Burat giebt eine approximative Uebersicht der Steinkohlenausbeute, und nach derselben kann man sich eine Vorstellung von der Vertheilung der Steinkohlenformation in den verschiedenen Ländern machen, wo man sie bis jetzt mit ihren wesentlichen Kennzeichen aufgefunden hat.

	Metrische Centner.
Brittische Inseln	340,000,000
Frankreich	39,000,000
Belgien	34,000,000
Staaten des Zollvereins	32,000,000
Oesterreich	6,000,000
Spanien	1,000,000
Vereinigte Nordamerikanische Staaten . .	25,000,000

Die Steinkohlenformation findet man nicht immer in Gestalt eines Beckens angeordnet; so kann z. B. die Masse, welche einen Theil Belgiens einnimmt, indem sie sich an der einen Seite bis Aachen und an der andern bis nach Douai und Valenciennes fortsetzt, wo sie unter der Kreideformation ausgeht, nicht als ein Becken betrachtet werden; sie bildet vielmehr einen langen Streifen, zu welchem vielleicht auch die Kohlenreviere von Hardinghen im Boulonnais gehören. In der Fortsetzung dieser unermeßlichen Ausdehnung der Steinkohlenformation liegen auch die reichen Gruben von Anzin, deren Förderschachte eine Teufe von 600 — 700 Meter erreichen und deren Stollen manchmal zwei Kilometer lang sind.

Die Aufsuchung der Steinkohle mit Hülfe des Bergbohrers darf nur dann unternommen werden, wenn das Fallen der Schichten sich nicht der Vertikallinie nähert, denn sonst könnte der Bohrer zwischen zwei Schichten ins Unendliche niederdringen, ohne eine von ihnen zu entdecken. Wir verbreiten uns hier nicht über die Bildung und den Ursprung der Steinkohle, sondern verweisen auf die »Geologie, angewandt auf nützliche Mineralien« des Herrn A. Burat, ein treffliches Werk, in welchem der Verfasser sowohl die Aufsuchung als den Abbau der Steinkohlenlager abhandelt.

Um die Lagerungsverhältnisse der fossilen Brennmaterialien zu beschließen, bleibt uns nur noch übrig, von denen des Lignits und des Torfes zu sprechen.

Der Unterschied zwischen Lignit und Steinkohle ist bekannt; ebenso bekannt, daß der Lignit mehrere Varietäten der Form darbietet; jeder dieser Varietäten gehören besondere Lager an. Der erdige Lignit oder der gewöhnlichste ist der einzige, den man in etwas beträchtlichen Lagern findet; die andern kommen nur zufällig vor. Er bietet sich auf zweierlei Weise im Schooße der Erde dar: entweder in regelmäßigen, mehr oder weniger ausgebreiteten Lagern, oder in unterbrochenen Anhäufungen, welche große Aushöhlungen ausgefüllt zu haben scheinen. Im ersten Falle scheint er nur in einer einzigen Formation, nämlich in der unteren tertiären vorzukommen; im zweiten Falle findet man ihn in

ziemlich verschiedenen Formationen, von der eigentlichen Steinkohlenformation an, bis zu den oberflächlichsten Bildungen.

Zum Lignit in zusammenhängenden Bänken gehört z. B. der bei Soisson, den ich in den untern Theilen der tertiären Formation mitten im bildsamen Thone angetroffen habe, die Lignite der schweizer Molasse, von Weißenburg im Elsaß, der Insel Shepey an der Mündung der Themse u. s. w. Die Lignite in zerstreuten Massen und Bruchstücken, die man als untergeordnetes Gestein betrachten kann, pflegt man Lignite der Insel Aix zu nennen, weil man sie hier am deutlichsten angetroffen hat. Man findet den Lignit auch in der alten Steinkohlenformation, im Jurakalk, in der tertiären Kreideformation und bis hinauf zu den neuesten Formationen.

Bekanntlich benutzt man die Lignite häufig zur Verbesserung der Felder und besonders in den nördlichen Departements, wo sie unter der Benennung der schwarzen Asche bekannt sind. Man streut sie nämlich in geringer Quantität auf die Aecker und hauptsächlich auf die Wiesen, entweder gleich nachdem sie ausgegraben worden sind, oder nachdem sie eine zeitlang an der Luft gelegen haben. Im Departement du Nord, wo es keinen Gyps giebt, stellt man zur Verbesserung der Wiesen künstlichen Gyps dar, indem man dergleichen schwefelkieshaltige Lignite mit Aetzkalk mengt. Endlich benutzt man diese schwefelkiesführenden Lignite zur Darstellung des Alauns und des Eisenvitriols, indem man sie der Luft aussetzt, deren Sauerstoff das Schwefeleisen derselben in schwefelsaures Salz verwandelt, wovon ein Theil alsdann auf die Thonerde reagirt, um so schwefelsaures Eisen oder schwefelsaure Thonerde zu bilden.

Der Torf bildet sich in den Ablagerungen des stagnirenden Wassers, jedoch hat es den Anschein, als ob er in nördlichen Ländern reichlicher, als in südlichen gebildet werde. Man findet ihn in allen Höhen, und er entsteht eben so gut auf den höchsten Bergen, als in den tiefsten Thälern. Er kommt in der Regel an der Oberfläche des Bodens vor und gehört ausschließlich der Alluvialformation an; selbst heut zu Tage bildet er sich noch in großer Menge. Man findet häufig große Torfmassen, deren Bildung durch eine mehr oder weniger lange Austrocknung unterbrochen worden ist, und die dann durch eine Dammerdebank abgeschnitten worden sind. Andere haben die Wirkungen großer Alluvionen erfahren und sind von ihnen mehrmals mit Sand, Thon rc. bedeckt worden, haben also Bänke von veränderlicher Zusammensetzung gebildet. Ein andermal hat endlich die Bildung des Torfs in seiner ganzen Masse fortgedauert. Der Torf scheint in den Torfstichen, aus welchen er ausgehoben worden, regenerirt zu werden, aber man ist noch nicht über die zu seiner Reproduction erforderliche Zeit einig.

Steinsalz und Salzquellen.

Die Lager des Steinsalzes und des Gypses findet man manchmal in der tertiären Formation; die berühmten Steinsalzgruben zu Wielitzka in Polen gehören dieser Formation an. Bei der Bohrarbeit, welche ich zu Hagenau ausgeführt habe, fand ich auch in der tertiären Formation in einer Teufe von 280 bis 290 Metern Salzwasser, welches bis zur

Oberfläche des Bodens empor gestiegen ist; ein andermal findet man das Steinsalz in der Kreideformation, wie in Catalonien.

In den Karpathen findet man das Steinsalz in dem oberen Rogenstein, aber das Hauptlager desselben ruht auf dem bunten Mergel oder Keuper und reicht hinab bis zu dem Zechstein. In Deutschland z. B. baut man das Steinsalz in der Muschelkalkformation und in England in derjenigen des magnesiaführenden Kalksteines ab.

Die östlichen Departements Frankreichs enthalten zu Dieuze und zu Vic beträchtliche Sandsteinlager; die ersten Schichten findet man 55 bis 67 Meter unter der Bodenfläche; zwölf succesive Schichten, getrennt durch Salzthon, sind durchsunken worden; mehrere von ihnen besaßen eine Mächtigkeit von 10 und 14 Metern; zu Montmorot stößt man auf die ersten Lager von großer Mächtigkeit in einer Teufe von beinahe 100 Meter.

Zu Salins haben wir, nachdem wir eine Teufe von 200 Metern erreicht hatten, mehrere Schichten durchsunken und theilen auf Tafel 15 und 17 den Durchschnitt dieser Bohrarbeit mit, welche die größten Schwierigkeiten, die man beim Bohren nur finden kann, dargeboten hat. Es handelte sich darum, ein seit 18 Jahren verlassenes Bohrloch, in welches Arbeitsstücke aller Art gestürzt und darin liegen geblieben waren, wieder aufzunehmen. Nachdem ich zuerst die eingesetzte Röhrenschicht wieder heraus genommen und das Bohrloch erweitert hatte, um nach und nach mehrere Röhrenstöße einsetzen zu können, mußte ich ihm zuerst eine ganz senkrechte Richtung geben. Es war so schräg niedergebracht worden, daß ich in einer Teufe von 120 Metern die alten Arbeiten verließ und auch seit der Zeit auf keins der Bruchstücke, von der früheren Bohrarbeit herrührend, wieder gestoßen bin. Herr de Grimaldy hat diese Bohrarbeit in einer Teufe von 260 Metern eingestellt, nachdem ich mehrere Steinsalzschichten durchsunken hatte; es bleiben demnach noch andere später zu erforschende Schichten übrig, indem das Bohrloch einen hinlänglichen Durchmesser besitzt, um noch tiefer niedergebracht und mit Röhren ausgesetzt werden zu können.

Da die französische Gesetzgebung nicht gestattet, der Landwirthschaft das Salz abgabenfrei zu liefern, und diese Abgabe einer Art von Verbot gleich kommt, so gewinnt man das Salz gewöhnlich auf die Weise, daß man ein Bohrloch niedertreibt und es während und nach der Vollendung mit Röhren aussetzt, in welchen Pumpen das hinlänglich mit Salz gesättigte Wasser zu Tage heben, worauf es über dem Feuer abgeraucht und zum Krystallisiren gebracht wird. Da das nicht gereinigte Salz eben so viel Abgaben zahlt, als das gereinigte, welches der Consumtion übergeben wird, so steht man sich bei dem angegebenen Verfahren am besten.

Der bunte Mergel hat manchmal eine sehr bedeutende Mächtigkeit; so haben z. B. in Luxemburg die Herrn Roost und Biber zu Cessingen durch Herrn Kind ein Bohrloch bis auf eine Teufe von 540 Metern niederbringen lassen, bei welcher Gelegenheit diese Formation an 400 Meter mächtig erfunden wurde. Herr von Oynhausen läßt bei Münden eine Bohrarbeit ausführen, welche schon eine Teufe von 780 Metern erreicht hat; dieses ist die größte Teufe, bis zu welcher der Erdbohrer bis jetzt gedrungen ist.

Die zweite Auflage der **Géologie appliquée** des Herrn A. Burat, auf welches Werk ich bereits hinsichtlich der Lagerung der fossilen Brennmaterialen verwiesen habe, enthält Seite 83 und folgende die näheren Umstände über die Lagerungsverhältnisse des Steinsalzes und der Salzquellen ꝛc., und ich kann nichts Besseres thun, als von Neuem auf dieses Werk verweisen, welches den seltenen Vorzug besitzt, die geologischen Kenntnisse auf eine anziehende Weise darzubieten, um sie auch solchen zugänglich zu machen, welche das Gebiet ihres Wissens zu erweitern wünschen, ohne sich jedoch die Mühe zu geben, die jederzeit trockenen Elemente zu studiren.

Drittes Capitel.

Nothwendige Kenntnisse und Pflichten eines Vorstehers von Bohrarbeiten.

Die Handhabung des Erdbohrers in einem festen und einförmigen Terrain braucht man nur einige Stunden zu beobachten, um sie gut zu begreifen; ganz anders ist es aber, wenn die Anwendung desselben nach einem großen Maßstabe erfolgen und abwechselnd feste und fließende Formationen durchsunken werden sollen; Intelligenz und Theorie sind dann nicht mehr ausreichend, sondern es gehört Praxis dazu, und man muß dergleichen Arbeiten öfters gesehen und sorgfältig beobachtet haben.

Der Vorsteher einer Bohrarbeit darf sich nicht darauf beschränken, bloß ein Bohrloch ausführen zu können, sondern er muß mit der praktischen Anwendung seiner Bohrwerkzeuge auch theoretische Kenntnisse verbinden, die ganz unerläßlich sind, um beurtheilen zu können, ob die unternommene Arbeit sich unter den nothwendigen Bedingungen befindet, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen, und ob der damit in Verbindung stehende Aufwand nicht den Werth des gesuchten Resultates übersteigt.

Ich will jetzt alle die Kenntnisse bezeichnen, die ein solcher Vorsteher haben muß, wenn er nicht ein gewöhnlicher Handarbeiter bleiben will.

1) Er muß sich hinlängliche geologische Kenntnisse erwerben, um die wahrscheinliche Mächtigkeit und die Ordnung der Aufeinanderfolge der Schichten zu kennen, welche jede Etage der Erdrinde bilden.

2) Er muß hinlänglich zu zeichnen verstehen, um einen Durchschnitt der ausgeführten Arbeit fertigen, die Skizze einer Maschine oder eines herzustellenden Werkzeuges entwerfen zu können.

3) Er muß verstehen, ein Nivellement auszuführen und sehr gut eine Karte zu entwerfen, um Rechenschaft von dem Punkte geben zu können, wo er sich in einem hydrographischen oder mineralogischen Becken mit seiner Bohrarbeit ansetzen muß. Ohne diese Kenntniß könnte es sonst geschehen, daß er beim Aufsuchen von Wasser in einem Niveau einzuschlagen beginnt, welches höher liegt, als das Ausgehende der Formationen, die er durchsinken muß, und das Wasser, welches er findet, wird dann tief unter der Bodenoberfläche bleiben. Hat er ein Mineralienlager zu durchsinken, so muß er sich Rechnung geben können von der Senkung der Formationen, um den Punkt zu berechnen, wo er einschlagen muß, um nicht in Teufen hinabsteigen zu müssen, welche vermöge der Kosten, die sie verursachen, nicht zu erreichen sind; und zu gleicher Zeit muß er eine hinlängliche Entfernung zu berechnen verstehen, damit der Bohrer die zu Tage ausgehende Schicht wiederfinde, welche bergmännisch bearbeitet werden soll.

4) Er muß Kenntnisse von Statik und Mechanik haben, um seinen Bohrapparat auf eine rationelle und wenig kostspielige Weise aufzustellen und ihn im Nothfall gehörig zu verändern, wenn örtliche Hindernisse sich einstellen, oder eine größere Teufe in Aussicht steht, als die von vorn herein angenommene; er muß je nach den Umständen die nöthigen Modificationen vornehmen können, um die erste Einrichtung seines Bohrapparates zu berichtigen. Endlich muß er verstehen, eine Dampfmaschine als Bewegungskraft mit seinem Bohrapparat in Verbindung zu bringen, der von vorn herein bloß durch Menschenarme in Bewegung gesetzt wurde. Er muß es verstehen, diese Maschine gut zu regieren und sie im Nothfall auszubessern. Viele Bohrarbeiten werden in großen Entfernungen von solchen Oertlichkeiten ausgeführt, wo man Mechaniker findet, und es ist also nöthig, daß der Vorsteher einer Bohrunternehmung das Härten des Eisens und des Stahles kennt, weil sonst der Schmied des Dorfes die zur Reparatur oder zum Schärfen übergebenen Arbeitsstücke ihm häufig verbrennen oder verderben wird.

Bei einer großen Bohrarbeit errichtet man eine sogenannte fliegende Schmiede; er muß deßhalb die Bearbeitung des Eisens hinlänglich kennen, um seinen Schmied anzuweisen und ihm die nöthigen Befehle zu geben.

Ein Vorsteher von Bohrarbeiten muß mit einem Geiste beharrlicher Beobachtung begabt sein, Ordnung und Methode besitzen, nicht allein in den Rechnungen, die er über die Bezahlung der Arbeiter und über die Nebenausgaben beim Bohren führt, ferner was die Führung seines Arbeitsjournales und die Klassificirung der Bohrmehlsorten anlangt, die er mittelst des Löffels zu Tage fördert, sondern er muß auch den Zustand der Arbeitsstücke aufmerksam in dem Augenblicke beachten, wo sie in das Bohrloch niedersteigen, sie ferner untersuchen, wenn sie wieder herausgehoben werden, und die Formen der Schneiden vergleichen, welche in einer gleichen Zeit mehr Arbeit geliefert und sich dabei weniger abgenutzt haben; wenn er in einem zusammenhängenden Gestein arbeitet, so darf er den Meißelbohrer weder niedersteigen, noch aus dem Bohrloche herausheben lassen, ohne ihn an einer eisernen Lehre zu prüfen, denn sonst könnte sein Bohrloch in kurzer Zeit eine konische Form annehmen und also enger werden. Wäre dagegen der Meißelbohrer um einige Millimeter zu breit, so könnte er sich einklemmen und bei den Schlägen nicht regelmäßig wirken.

Der Vorsteher muß nach der Aufrichtung seines Bohrgerüstes sein Arbeitsmaterial gut ordnen und ein Inventarium darüber aufnehmen; während des Bohrens muß er darauf sehen, daß alle Bohrstangen beständig in derselben Ordnung wieder angeschraubt werden, muß die Länge einer jeden von ihnen, sowie auch den Durchmesser der Eisenstärke genau gemessen haben, damit er, ohne weitere Zeit mit Messen zu verlieren, die Tiefe des Bohrloches immer genau wisse; wenn ein Bruch stattgefunden hat, so weiß er dann sogleich die Stelle, wo die Portion des im Loche gebliebenen Arbeitsstückes sitzt; aus seinem Journal ersieht er die Beschaffenheit des Terrains, wo das Fangwerkzeug in Thätigkeit treten soll, und er wendet dann sogleich ohne alles Tappen das angemessene Werkzeug an. Ein Bruch eines Arbeitsstückes oder einer Bohrstange ist von keinem Belang, wenn der Vorsteher sein

Werkzeug und sein Bohrloch gut kennt; er stellt dann auf den ersten Versuch das Mißgeschick wieder her; muß er aber lange Zeit umhertappen, so macht er die Sache nur noch schlimmer.

Bevor der Vorsteher eine Bohrarbeit unternimmt, versieht er sich mit einem Fachkasten, in Form eines Damenbrettes und giebt jedem einzelnen Fache eine Nummer, welche derjenigen im Journal entspricht, von dem wir weiter unten ein Schema geben wollen. So oft der Bohrer aus dem Bohrloche gehoben wird, untersucht er, an der Basis des Arbeitsstückes, das zu Tage geförderte Bohrmehl und legt bei jeder Veränderung eine oder zwei Proben davon in eins der Fächer nach der Ordnung der Nummern, so daß die Reihenfolge der durchsunkenen Schichten sich sogleich und ohne schwierige Untersuchung darbietet. Wenn die Schichten nicht sehr mächtig sind, so bewahrt er nur eine einzige Probe von jeder derselben auf; wenn sie dagegen mächtig sind, so nimmt er Proben von Meter zu Meter. Jede Probe muß aus einem kleinen Prisma des mit dem Bohrer zu Tage geförderten Schmandes und aus einigen Bruchstücken des zerstoßenen Gesteins bestehen; wenn er sich die Mühe giebt, den mit den Schmandlöffel oder dem Sandbohrer zu Tage geförderten Schmand auszuräumen, so kann er immer genug davon sammeln. Es giebt Fälle, wo die festen Bruchstücke der Formationen als Proben genügen; aber häufig bedarf man auch des Bohrmehles, um dasselbe einer Prüfung mittelst der Säuren zu unterwerfen. Der Kasten mit den Proben, die, je nach dem Fortschritte der Arbeit, gesammelt werden, dient zur Controle des Journales und um am Ende der Bohrarbeit eine genaue geologische Durchschnittszeichnung zu entwerfen.

Wir theilen weiter unten das Schema des bei einer Bohrarbeit zu führenden Journales mit; daß dasselbe jeden Tag ganz ausführlich und genau geführt werde, ist unerläßlich, wenn man sich von dem, was ausgeführt worden ist, genaue Rechenschaft ablegen will. Gut geführte Bohrjournale sind für einen Unternehmer solcher Arbeiten unentbehrlich, um nach Zeitabschnitten, die manchmal sehr lang sind, es zu vermeiden, ein oft sehr theueres Lehrgeld von Neuem zu zah'en. Wenn man das zu durchsinkende Terrain nicht kennt, so leisten sie ihm auch noch gute Dienste, um sich auf eine positiven Weise über die Zeit und die Kosten der zu unternehmenden Bohrarbeit zu entscheiden und folglich vernünftige Contracte abzuschließen.

Der Vorsteher muß die verschiedenen durchsunkenen Wasserniveaux erwähnen, ferner den Punkt über dem Flusse in seiner Nachbarschaft, wo er sich mit seiner Arbeit angesetzt hat, ferner denjenigen über dem Meeresspiegel oben über seinem Journale angeben.

Die geringsten Veränderungen im Terrain müssen angezeigt werden; wenn die Punkte, wo die Arbeitsstücke sich öfterer als an andern Stellen klemmen, notirt worden sind, so ist ihm bekannt, welche Schwierigkeiten er zu besiegen hat, wenn das Bohrloch mit Röhren ausgesetzt werden soll, und an welchen Stellen längere Zeit mit dem Erweiterungsbohrer nachgebüchst werden muß

Das Capitel von den Unglücksfällen muß hauptsächlich ganz umständlich sein; er muß das Resultat jedes Aufsuch- oder Fangwerkzeuges beschreiben, um dasjenige gut auszuwählen, welches er von Neuem fertigen läßt für die Lage des Bohrloches und für diejenige der Eisenbruch-

stücke, welche darin aufgesucht werden sollen. Ohne Vorsicht und ohne genaues Messen der Bohrstangen würde man ins Blaue hinein ein Arbeitsstück im Bohrloche suchen, ohne sicher zu sein, es zu berühren, und man würde das Uebel nur schlimmer machen, statt demselben abzuhelfen. Jede Bohrstange muß in der Ordnung, in welcher sie ins Bohrloch hinabsteigt, aufgeschrieben werden, und eine Uebersicht in der Columne des Journales für Bemerkungen muß nicht allein die Länge jeder Bohrstange, sondern auch die Eisenstärke derselben angeben.

Der Vorsteher einer Bohrarbeit muß außer der regelmäßigen Führung seines Journales und seines Fachkastens für die Proben auch auf die gute Instandhaltung seines Materials sehen. Wenn eine Reihe von Werkzeugen nicht mehr benutzt wird, weil durch eine eingezogene Röhre der Durchmesser des Bohrloches verenget worden ist, so muß er an denselben alle nöthigen Reparaturen ausführen lassen, um sie wieder in guten Stand zu setzen, und sie dann bei Seite schaffen, nachdem die Bolzen der Stangenschlösse eingefettet und das Schraubengewinde umwickelt worden ist, so daß die Gänge desselben ihre Schärfe behalten.

Er muß von Zeit zu Zeit die Kette untersuchen, an welcher der Bohrer aus dem Bohrloche gehoben wird, um sich zu überzeugen, daß kein Kettenglied schadhaft geworden sei; er muß Sorge dafür tragen, daß sie eingefettet werde, um sie vor Rost zu schützen; er muß das Zahnradvorgelege und den Rundbaum seines Haspels untersuchen und einfetten; er muß dem Spielraum abhelfen, den die verschiedenen Stücke vielleicht während der Arbeit erhalten haben, besonders wenn eine zufällige Anstrengung vorher stattgefunden hat.

Muster eines Bohrjournales zur Auffuchung von .....

Jahr 1850. In der Flur der Gemeinde ...

Nummer der Proben.	Datum der Ruhetage.	Datum der Arbeitstage.	Beschaffenheit der Gebirgsformationen.	Wie viel mal eingehängt worden ist. Der Meißelbohrer.	Der offene Löffelbohrer.	Der Sandlöffel mit Ventil.	Der Erweiterungsbohrer	Fangwerkzeuge.	Wie dick in einem Tage gebohrt worden.	Wie tief in einem Tage gebohrt worden.	Mächtigkeit der Schichter.	Wasser-Niveaux unter und über dem Boden.	Bemerkungen. NB. Ueber jeder Seite ist anzugeben der Durchmesser des Bohrloches und die Tiefe, bis zu welcher Röhren eingezogen worden.
	December.								m.	m.	m.	m.	
	15												
		16	Herbeigeführtes Erdreich	—	—	—	—	—	3,30	3,30	0,75	—	6^m,30 tief Röhren eingezogen: 0^m,29 Durchmesser des Bohrloches; Ankunft des Materiales an der Bohrstelle. Aufstellung des Bohrgerüstes und Abteufen des Bohrschachtes mit 2 Meter ins Gevierte.
1			Pflanzenerde	—	—	—	—	—	–	-	0,55	—	
2			Feiner Sand	—	—	—	—	-	—	—	—	—	
3		17	Desgl.	—	—	-	-	—	1 50	4 80	3,50	4,70	
		18	Kieselgeschiebe	—	10	—	—	—	0,40	5,20	—	—	Vollendung des Bohrschachtes mit 4,^{m}80 Tiefe.
4		19	Desgl.	—	14	—	—	—	0,80	6,00	—	—	Einziehen einer Sicherheitsröhre von 0,^{m}27 Durchmesser im Lichten, in welcher mit einem fest geschlossenen Löffelbohrer von 0^m,13 und einem Meißelbohrer von 0^m,26 gearbeitet wird.
		20	Desgl.	—	–	—	—	—	—		1,50	—	
5			Weißer Mergel	1	8	2	—	—	0,70	6,70	—	—	
	21		—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	
		22	Desgl.	2	2	—	—	—	—	—	0,60	—	
6		23	Grauer Mergel und Kalksteinplatten	—	1	3	—	—	3,20	9.90	—	—	Anfang des Bohrstangen-Verzeichnisses.
													Fest.

Viertes Capitel.

Von den verschiedenen Anwendungen des Erdbohrers.

Der Erdbohrer ist gegenwärtig keiner unterirdischen Arbeit fremd. Seine Form und seine Zusammensetzung sind verschieden, je nach dem Zwecke, den man erreichen will; er ist einfach oder zusammengesetzt und differirt sehr von dem, was er war, als seine Anwendung noch beschränkter war.

Ich werde in den verschiedenen Abschnitten dieses Capitels die verschiedenen Anwendungen angeben, die man bis jetzt von ihm gemacht hat, und die Modificationen desselben, die davon die Folge gewesen sind. Sodann werde ich ausführlich die Arbeitsstücke und die Arbeitsmaschinen abhandeln, deren ich nur in diesem Capitel Erwähnung thue.

Vom Erdbohrer zur Erforschung der Beschaffenheit des Erdbodens.

Die landwirthschaftlichen Gesellschaften und diejenigen Personen, welche ihre Besitzungen im Großen nutzbar zu machen streben, bedienen sich seit einigen Jahren mit Erfolg kleiner tragbarer Erdbohrer, um damit nach Mergel. nach Sand, nach Thon, oder nach Bausteinen zu forschen.

Die militairischen Ingenieurs bedienen sich dieses Erdbohrers beständig, ehe sie enorme Massen von Mauerwerk aufführen auf einem Boden, dessen Untergrund ihnen unbekannt ist.

Die Besitzer von Steinbrüchen und die Unternehmer von Bauwerken bedienen sich dieses Bohrers ebenfalls, und zwar die ersten, um die Mächtigkeit der auszubeutenden Steinlager zu erfahren, und die letzteren, um sich zu versichern, daß das Terrain ihnen eine hinlänglich feste Grundlage gewährt, um die Gebäude tragen zu können, welche sie aufzuführen gedenken.

Die Ingenieurs des Brücken- und Straßenbaues benutzen den Erdbohrer, um mit Genauigkeit die Erdarbeiten berechnen und verdingen zu können, ferner zu Studien für anzulegende Eisenbahnen und Kanäle, für die Aufführung von Brückenpfeilern oder um Löcher abzusinken, in welchen die Taue und Ketten der Hängebrücken befestigt werden.

Die Schmiedemeister und andere Feuerarbeiter bedienen sich des Erdbohrers zum Schürfen nach Mineralien und um die Mächtigkeit ihrer Lager zu erfahren, ehe sie dieselben in bergmännische Bearbeitung nehmen.

Die Archäologen endlich bedienen sich des Erdbohrers, um damit einen Boden zu untersuchen, welcher nach der Geschichte oder den Ueberlieferungen reich an Alterthümern sein soll.

Diese Art des Erdbohrers muß mit Festigkeit construirt sein, um die Brüche zu vermeiden, zugleich aber auch mit Leichtigkeit, um gehandhabt und auf dem Rücken von Arbeitern von einem Punkte zum andern transportirt werden zu können.

Ich habe mich bestrebt, diese beiden Eigenschaften mit einander zu verbinden, und ich glaube, daß die Bohrer Nr. 5 und 6 Taf. 20. diesen Bedingungen entsprechen werden. Die große Zahl derselben, welche ich bereits geliefert habe, beweist mir dieses.

Die Erdbohrer zur Erforschung des Erdbodens sind, obgleich einfach, dennoch aus verschiedenen Arbeitsstücken zusammengesetzt, um in den verschiedenen Formationen vorwärts zu rücken. Ich will weiter unten die vollständigste Zusammensetzung eines solchen Bohrers angeben, indem ich zuvörderst bemerke, daß man im trockenen Terrain keine Arbeitsstücke mit Ventilen anzuwenden braucht und daß dagegen in torfartigem, thonigem oder sandigem Terrain die Meißelbohrer unnütz sind.

Der Erdbohrer Nr. 5 hat in der Regel 15—30 Meter Länge und die Arbeitsstücke 0,m08 bis 0,m09 Durchmesser; seine Schwere wechselt von 100 bis 220 Kilogramm und sein Preis von 300—600 Franks.

Der Erdbohrer Nr. 6 hat in der Regel 8—15 Meter Länge, und seine Arbeitsstücke haben 0,m06 bis 0,m08 Durchmesser; seine Schwere wechselt von 75 bis 120 Kilogramm und sein Preis von 200—350 Franks.

Die Zusammensetzung der beiden Erdbohrer ist ganz dieselbe; bloß wenn die Bohrlöcher über 15 Meter Teufe erhalten sollen, ist es gut, um die Arbeit zu beschleunigen und die Ermüdung der Arbeiter zu vermeiden, ein kleines Bohrgerüst, wie in Figur 10 Taf. 20. angegeben ist, anzuwenden.

Zubehör zum Erdbohrer Nr. 5 und 6, Taf. 20.

Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers Fig. 14. Dieser Bohrertheil ist nur von Nutzen, wenn zugleich ein Bohrgerüst aufgestellt worden, siehe Figur 10.

Das Bohrgerüst besteht aus drei tannenen Balken von 0,m15 ins Gevierte, die auf einer rechtwinkeligen Verrahmung aufgerichtet sind. Die Balken sind beschlagen mit eisernen Bändern, damit sie nicht reißen, und sind oben durch einen Bolzen verbunden Die beiden neben einander liegenden Balken sind durch ein schwaches Andreaskreuz consolidirt; sie sind mit zwei Tragklötzen versehen, auf deren parallele Oberflächen eine Seilrolle gelagert wird. Ein andermal befestigt man auch an dem dritten Balken einen Haken, an welchem man ganz einfach die Rolle mittelst eines Zapfenbandes oder Rollengestelles aufhängt. Die Balken werden auch vereinigt durch eine dreischenkelige Kappe, deren einer Schenkel ein Scharnier bildet. Die Kappenplatte ist durchbohrt, um den Bolzen oder den Schaft des Zapfenbandes der Seilerrolle aufzunehmen.

Wenn der Erdbohrer schwer ist, so wendet man einen hölzernen Rundbaum an, dem man auf den beiden neben einander liegenden Balken sein Lager giebt, oder einen Hornhaspel mit Zahnradvorgelege, der auf zwei Längenschwellen gestellt werden kann, welche unter das Fundament des Bohrgerüstes laufen.

Für geringe Teufen besteht das Bohrgerüst aus drei Balken ohne Andreaskreuz und ohne Fundament-Verrahmung; ein Bohrer zum Bohren von zwei oder drei Löchern, und drei Holzstücken von angemessener Länge genügen zur Construction dieses Bohrgerüstes.

Umsatz- oder Bohrkrückel Fig. 15 und 16.

Stangenhaken oder Stangenschlüssel Fig. 12.
Drehschlüssel oder Schraubenschlüssel Fig. 11.
Drehhebel mit Vorsteckstift oder Druckschraube Fig. 13.
Bohrstangen von 2—4 Meter Länge Fig. 1 und 8.
Offener Bodenbohrer Fig. 3.
Schneckenbohrer Fig. 5.
Meißelbohrer Fig. 2.
Sandbohrer oder Sandlöffel mit Bohrspitze und Ventil Fig. 4.
Schmandlöffel mit Kugelventil und Schnecke oder bloß mit Henkel und Seil Fig. 9.
Trompete mit Muttergewinden Fig. 7.
Haken zum Ausreißen der Röhren Fig. 6.
Röhren von 0,m07 bis 0,m08 Durchmesser Fig. 17.

Wenn das Terrain das Einziehen von Röhren auf 10 oder 15 Meter Teufe erheischt, so muß man das Bohrloch mit einem ersten Durchmesser anlegen, der unabhängig von demjenigen der Arbeitsstücke ist, die ich eben angeführt habe; wenn letztere 0,m06 Durchmesser haben, so muß die Röhre 0,m08 äußeren Durchmesser haben, folglich müssen die Arbeitsstücke, mit denen man das Bohrloch eröffnet 0,m085 bis 0,m09 Durchmesser haben. Ein Meißelbohrer und ein gewöhnlicher Bohrer genügen in der Regel für diesen Zweck, oder in andern Fällen ein Schneckenbohrer oder ein Sandlöffel; manchmal ist schon ein Schneckenbohrer allein ausreichend.

Diese Röhren, von kleinem Durchmesser und aus schwachem Blech, dürfen nicht mit Bolzen, sondern nur mit Nietnägeln vereinigt werden. Das zu dieser einfachen Operation nöthige Werkzeug kann an Ort und Stelle verfertigt werden.

Vom Einrammen der Pilotten mittelst des Erdbohrers.

Pilotten pflegt man sonst mit Hülfe eines Rammbäres einzuschlagen, der durch Menschenarme im Rammgerüst emporgehoben und dann im Herabfallen seiner eigenen Schwere überlassen wird. In manchem Erdreich muß man die Pilotten unten mit einem eisernen Schuh und oben mit einem eisernen Bande verwahren; aber manchmal ist der Widerstand, den sie finden, von der Art, daß sie nicht weiter rücken und zerbrechen. Die Anwendung des Erdbohrers führt in solchen Fällen viel rascher und wohlfeiler zum Ziele, wie wir uns häufig durch die Erfahrung überzeugt haben. Wir beschränken uns hier darauf, die Anwendung des Erdbohrers zu erwähnen, welche im Jahr 1845 an einer schwierigen Stelle von Herrn Kermingan, Oberingenieur des Brücken- und Straßenbaues, im Departement der Dordogne gemacht worden ist.

Dieser Ingenieur sendete uns einen Durchschnitt des Terrains, in welchem er 60 Pilotten einschlagen wollte, (siehe Taf. 19, Fig. 2), und wir übermachten ihm dagegen die nothwendigen Werkzeuge. Die unter der Aufsicht des Conducteurs des Brücken- und Straßenbaues ausgeführten Arbeiten haben die gewünschten Resultate herbeigeführt. Die Miethe für drei Bohrapparate kostete der Administration, außer den Transportkosten, die Summe von 920 Franks. Wäre man nach dem alten Systeme zu Werke gegangen, so würden die Kosten weit beträchtlicher gewesen sein.

Die Figur 2, Tafel 19 giebt einen Durchschnitt von einem dieser

60 Bohrlöcher. Eine erste Sicherheitsröhre von 3,m70 Länge schneidet ein Schlamm- und Kiesellager ab, welches auf einem massiven Mauerwerke ruht, dem aber die nöthige Festigkeit abgeht, indem es auf der Alluvialformation des Flusses Isle lagert.

Eine solide Construction konnte nur auf einem Pfahlrost aufgeführt werden, welcher die erwähnte Alluvialformation durchsetzte, und im Kalkstein Fuß faßte. Das Mauerwerk von 0,m28 oder 0,m29 Durchmesser wurde durchsunken, ferner auch das Sand- und Kiesellager mit Hülfe einer zweiten Sicherheitsröhre von 0,m25 innerem Durchmesser, in welcher mit Arbeitsstücken von ziemlich gleichem Durchmesser fortgebohrt und in das Kalkgestein 0,m50 bis 0,m80 eingedrungen wurde. Hierauf zog man die zweite Sicherheitsröhre aus dem Bohrloch und ersetzte sie durch einen mit Eisenschuh versehenen Pfahl, den man mit dem Rammbär bis auf die Bank des Kalkgesteines niedertrieb. Wenn an andern Localitäten die Alluvialformation sehr mächtig ist und sich durch Reibung dem Eintreiben des Pfahles widersetzt, so kann man sich durch eine Röhre von starkem Caliber helfen, in welcher man den Pfahl ohne alle Schwierigkeiten niedertreibt.

Als Herr Flachat den elektrischen Telegraphen von Paris nach Versailles errichten wollte, so bediente er sich ebenfalls des Erdbohrers zum Setzen der Pfosten, welche die Leitungsdrähte tragen sollten. 476 solcher Pfosten wurden in kürzerer Zeit als einem Monat mittelst eben so vieler Bohrlöcher gesetzt, welche, da sie das Erdreich nicht auflockerten, alle Maurerarbeit dabei unnöthig machten. Von diesen Bohrlöchern zu 1½ bis 2 Meter Tiefe kam eins auf 3½ Frank. zu stehen, obgleich mehrere in hartem Gestein gebohrt werden mußten. Diese beiden Beispiele sind ausreichend und machen es, wie ich glaube, unnöthig mich noch in weitere Erläuterungen einzulassen.

Von den Bohrlöchern zur Befestigung der Hängebrücken und von der Consolidirung der Säulen, welche bestimmt sind, den hohen Theil der Kettentaue zu tragen.

Um die Nützlichkeit des Erdbohrers unter diesen Umständen darzuthun, beschränken wir uns hier darauf, der Anwendungen desselben durch die Herrn Chalet und de Surville Erwähnung zu thun.

Als Herr Chalet die schöne Brücke von la Roche-Bernard in einer Höhe von 40 Metern über der Vilaine zu bauen unternahm, fand er bald, daß der Gneis, auf welchem die Pfeiler stehen, nicht gut, wegen der zahlreichen Spalten dieser Formation, auf die gewöhnliche Weise durchsunken werden können, und er führte deßhalb Bohrlöcher aus, um in denselben die Kettentaue aus Eisendraht, welche die Brücke tragen, zu befestigen. Dieses Verfahren hat denn auch der Erwartung des Ingenieurs vollkommen entsprochen.

Nachdem der Steg der Insel Louviers vollendet war, beauftragte mich Herr Surville, der da befürchtete, daß der Portikus an der Spitze der Insel, weil er Brücken von ungleicher Größe über die Seine zu tragen habe, keinen festen Stand haben werde, in den vier Ecken des Mauerwerkes Bohrlöcher von einigen Metern Tiefe auszuführen. Nachdem dieses geschehen war, verankerte er seinen Portikus mit starken eisernen Stützen, und die Consolidation war nun vollkommen.

Anwendung des Erdbohrers unter dem Meere.

Am Eingange der Häfen giebt es oft Riffe, welche bei tiefer Ebbe am Wasserspiegel zum Vorschein kommen, oder bloß von so wenig Wasser bedeckt werden, daß Schiffe von mehr oder weniger großem Tonnengehalt sie nicht passiren können. Ein sehr einfaches und wenig kostspieliges Mittel vermag diese Feinde aus dem Wege zu räumen, die um so gefährlicher bleiben, weil sie unsichtbar sind.

Für diesen Zweck braucht man bloß auf dem Riff, welches man vernichten will, eins oder mehrere Bohrlöcher bis zur nöthigen Tiefe niederzubringen, sie dann mit einer Patrone zu laden, welche der Kraft angemessen ist, die zur Zertrümmerung des Felsens erforderlich ist.

Dieses Bohren wird bewerkstelligt, indem man neben einander zwei Barken vor Anker legt, zwischen welchen der Bohrer in Thätigkeit tritt. Der Contre-Admiral Montagnez de la Roque, damals Schiffslieutenant, wurde vom Admiral Duperré beauftragt, einige Zeit in meinen Werkstätten zuzubringen, um die Handhabung des Erdbohrers zu erlernen, bevor er sich nach der Insel Bourbon begab, wohin die Regierung ihn sendete, um den Grund der Bai Saint-Denis zu erforschen und sich mittelst zahlreicher Bohrlöcher zu überzeugen, ob der Grund der Mündung des kleinen Flusses von Saint-Denis bis zu einer Teufe von 12 Metern aus Kieselgeschieben oder einer Lavamasse bestehe.

Dieser Officier untersuchte mit einer bewunderswerthen Geduld die ganze Bai und führte den Beweis, daß an der Insel Bourbon ein guter Sicherheitshafen angelegt werden könne. Der Admiral Duperré, welcher durch seinen langen Aufenthalt in den indischen Meeren besser als jeder Andere im Stande war, die Wichtigkeit eines Zufluchthafens an diesen fürchterlichen Gestaden zu ermessen, zog sich aus dem Dienste zurück, und dieses war Schuld daran, daß man den mühevollen Arbeiten des Herrn Montagnez de la Roque bis jetzt keine Folge gegeben hat.

Horizontale Bohrlöcher.

Die horizontalen Bohrlöcher finden oft zahlreiche Anwendung bei der Aufsuchung von Quellen an den Abhängen der Hügel und zur Erforschung massiver, bergmännisch abzubauender Theile, sobald ihre Topographie nicht fortgesetzt oder nur unvollständig ausgeführt worden ist. Es kann der Fall eintreten, daß Stollen, denen benachbart, in welchen sich die Bergleute befinden, voll Wasser sind und daß selbst ihr Niveau um mehrere Meter über den letzteren liegt. Wenn sie nun unvorsichtig den massiven Theil durchschlagen, welcher sie von diesem Wasserbehälter trennt, so bilden sich dann die Gewässer von selbst einen Ausgang, der sich rasch vergrößert, füllen in wenig Augenblicken die Stollen aus und verschlingen die Arbeiter. Um so große Unglücksfälle zu vermeiden, bohren die Bergleute, ehe sie den massiven Theil durchschlagen, hinter welchem Wasser vermuthet wird, ein ganz schwaches Bohrloch; besteht nun ein solcher Behälter, so können die Gewässer, welche durch eine kleine Oeffnung von 0,^{m}04 z. B. dringen, wie stark auch ihre Spannung sei, kein Unglück herbeiführen.

Gründe, welche durch die Beschaffenheit des Eigenthums, durch die Gestalt des Bodens bedingt werden, setzen sich manchmal dem entgegen, daß man durch einen Abzugsgraben Gewässer ableitet, welche an hohen Theilen einen Teich bilden. Man muß alsdann zu einer Wasserleitung

seine Zuflucht nehmen; wenn aber die Entfernung vom Wasser bis zu einer Oertlichkeit, wo es Abzug findet, nicht groß ist, so führt ein horizontales Bohrloch in den e hälter (etwa einem Bohrloche zweiter Classe entsprechend) dasselbe Resultat herbei und gewährt oft, verglichen mit jedem anderen Mittel, eine große Ersparniß.

Beim Brücken- und Straßenbau kommen auch horizontale Bohrlöcher in Anwendung zur Trockenlegung des Terrains, welches die hohen Wandungen eines Durchstiches bildet, oder zur Consolidirung einer Chaussee mittelst Zugbändern, welche dazu dienen, eine gegen die geneigte Ebene gelegte Zimmerung anzudrücken.

Die Schichten der Steinkohlenformation sind häufig geneigt und fast seiger; ihre Untersuchung erheischt in diesem Falle ein Bohrloch von beträchtlicher Teufe, welches, wenn die Schichten fast horizontal oder söhlig waren, nicht besonders tief ausfallen würde. Man wendet alsdann ein horizontales Bohrloch an, welches in einem regelmäßigen Terrain, ohne große Schwierigkeiten darzubieten, eine Länge von 50 Metern erreichen kann. Diese Art der Bohrarbeit erheischt geringe Höhe für die Maschinen und kann deßhalb in unterirdischen Stollen stattfinden. Um die Nützlichkeit der Bohrlöcher in horizontaler Richtung darzuthun, will ich zwei Fälle erwähnen, von denen sich der eine auf das Durchbohren der Straße von Belleville nach Romainville und der andere auf die Durchbohrung der Eisenbahn von Paris nach Versailles am rechten Seineufer bezieht.

Im Jahre 1841 ließ mich der Herr Commandant Chabaud-Latour, welcher mit der Errichtung der Außenwerke um Belleville beauftragt war, zu sich rufen und setzte mir aus einander, daß sich der Brücken- und Straßenbau dem entgegensetze, daß die stark frequentirte und in der halben Höhe des Hügels gelegene Straße, welche die Verbindung zwischen Belleville und Romainville herstellt, durchschnitten werde, und daß, wenn die Wässer, welche weiter oben angetroffen werden dürften, keinen Abfluß ins Thal erhalten könnten, es ihm unmöglich sein würde, dem Graben die nöthige Tiefe zu geben; ich schlug sechs Meter unter der Straße ein horizontales Bohrloch vor. Es wurde in wenigen Tagen ausgeführt und verursachte, mit Einschluß der Leitungsröhren, welche alles auf mehrere Kilometer Länge angesammelte Wasser aufnahmen und es in das Thal ergossen, nur einen Aufwand von 1500 Francs.

An der Eisenbahn des rechten Seineufers hatte in Höhe von 7 Metern und auf eine Länge von 35 Meter ein Einsinken eines Lehmdurchschnittes stattgefunden. Herr Eugène Flachat ließ mich um mehrere kleine Erdbohrer ersuchen, und in acht Tagen waren treffliche Resultate erlangt worden, ohne daß die Circulation auf d.r Eisenbahn von Saint-Cloud nach Versailles auch nur auf einen Augenblick unterbrochen worden wäre. (Siehe Tafel 19. Fig. 4, 4 bis und 5.)

Die Anwendung des Erdbohrers zur Auffsuchung nützlicher Mineralien.

Im nördlichen Frankreich breitet sich das Steinkohlenbecken, welches den wichtigsten Grubenbau veranlaßt (die Steinkohlengruben von Anzin), auf eine Zone aus von 80 bis 100 Kilometern, die im Nordwesten von der Grenze an, von Condé und Thivincelles bis nach Douai sich erstreckt. Im Boulonnais giebt es auch einige Steinkohlen-Inselchen, die aber in

keiner Beziehung zu dem Becken Belgiens stehen, welches sich nach Frankreich in der angedeuteten Richtung fortsetzt.

Die zu durchsinkenden Formationen, ehe man den Kohlensandstein und den Kohlenschiefer erreicht, sind mehr oder weniger mächtige Alluvialgebilde, 100 oder 200 Meter Kreide, einige Meter Puddingstein, im Lande unter dem Namen Tourtia bekannt, welche im Norden den Grünsand der Glauconie ersetzen und in andern Theilen des Kreidebeckens die schönen artesischen Brunnen liefern, z. B. in der Richtung von Tours über Paris nach Elbeuf. Unmittelbar unter der Tourtia kommt die Steinkohlenformation zum Vorschein. Wenn man in diesem Becken den Erdbohrer anwendet, um nützliche Mineralien aufzusuchen, so muß man einen Erdbohrer von verschiedenem Durchmesser, wie zur Aufsuchung eines artesischen Brunnens, anwenden. Da das durchbohrte Terrain in der Regel nicht steht, so muß man, um es abzuschneiden, mehrere Röhren-Reihen einziehen, und da die Schichten in der Regel ein Fallen von 40 bis 50 Grad haben, so muß man in der Steinkohlenformation, wenn der Bohrer nicht den Kopf einer Ader trifft, 100 bis 150 Meter niedergehen. Da diese Formation nur mit den Schlägen des Meißelbohrers durchsunken werden kann und die über derselben lagernden Schiefer- und Sandsteine ein starkes Fallen haben, so lösen sie sich ab, sinken manchmal ein und verursachen zahlreiche Unglücksfälle, sobald das Bohrloch nicht mit Röhren ausgesetzt wird.

Im Becken von Commentry, von Saint-Etienne und im Departement des Var liegen die Steinkohlenformationen dagegen an der Oberfläche des Bodens, weßhalb man die Arbeiten in einem Durchmesser von 0,m15 bis 0,m16 beginnen kann, während die Erfahrung im Becken von Anzin für einen Durchmesser von 0,m25 bis 0,m30 spricht.

Die Steinkohlenlager im nördlichen Frankreich liegen in der Regel in einer Teufe von 150 bis 250 Metern; die zahlreichen Wasserniveaux, welche sowohl in der Kreide, als in der Verbindung mit der Tourtia zu durchsinken sind, machen für die Förderschachte eine starke Zimmerung und Picotage, sowie die Anwendung einer Dampfmaschine, oft von 100 Pferdekräften und drüber, zur Wältigung der Wässer nöthig, denn das Steinkohlenbecken ist bei weitem nicht so breit, als lang. Unter diesen Umständen benachrichtigte Herr Legrand die Präfecten des Departements du Nord, Pas-de-Calais und la Somme, daß, um den Compagnien zu Aufsuchung nützlicher Mineralien die Unkosten des Einschlagens zu ersparen, die mehrmals eine halbe Million Franks überstiegen haben, ohne ein Resultat zu gewähren, die Regierung weiter nichts verlange, um eine Concession zu gewähren, als daß ein Bohrloch vorher niedergebracht werde, daß aber, sobald der Bergbauingenieur in den Stand gesetzt worden sei, mit Sicherheit die Declarationen der Bittsteller über das Anstehen von Steinkohle in Bohrlöchern von großem Durchmesser (wozu sie sich der Taf. 25 beschriebenen Werkzeuge bedienen) zu prüfen und zu bewahrheiten, dann das Gesuch eingereicht werden könne und die Concession zugestanden werden solle. Gegenwärtig sind drei neue Concessionen in diesen Becken ertheilt worden, nachdem zuvor mit dem Erdbohrer die nöthigen Forschungen angestellt worden waren, und später abgeteufte Schachte haben die durch den Bergbohrer

erhaltenen Indicationen bestätigt. Ich spreche hier nämlich von den Steinkohlengruben von Azincourt, von Vicogne und von Fresne-Midi.

Zum Schürfen nach Steinsalz muß man den Erdbohrer mit großem Durchmesser, wie für einen artesischen Brunnen anwenden, und hauptsächlich muß man die ganze Portion des sowohl über der Salzquelle, als über dem Steinsalze liegenden Terrains gut mit Röhren aussetzen. Das Bohren wird hauptsächlich angewendet, um ein hinlänglich gesättigtes Salzwasser aufzufinden; dieses Verfahren wird so lange vorzugsweise angewendet werden, als die Steuer dem zehnfachen Betrag des Verkaufspreises des besteuerten Gegenstandes gleichkommt.

Die Besitzer der Salzwerke können ihr Steinsalz nur dann zu Tage fördern und mit Vortheil verkaufen, wie es in Deutschland der Fall ist, zumal das rohe Steinsalz häufig mit Thon und Gyps gemengt ist, wenn die Steuer ihnen gestattet, es in großen Quantitäten an die Landwirthe zu verkaufen, entweder für ihr Vieh oder als reizendes Düngungsmittel. Bis jetzt ist es vortheilhafter, in die Steinsalzformation süßes Wasser zu leiten, um das Salz aufzulösen, und dann mit Pumpen das bis auf 20% oder 25% mit Salz gesättigte Wasser zu Tage zu fördern.

Dieses Salzwasser wird mit kupfernen Pumpen gehoben. Die Kolbenstange muß bis ins Salzwasser reichen, wie es auch in Schwaben und in den Salinen des östlichen Frankreichs der Fall ist.

Da die Pumpen oft herausgehoben werden, so ist es zur Erleichterung der Arbeit von Belang, daß der Durchmesser des Bohrloches in seinem oberen Theile wenigstens 0,^{m}15 bis 0,^{m}20 betrage und daß das ganze Bohrloch in den Formationen, die über dem Steinsalze liegen, gut mit Röhren ausgesetzt sei. Ich nehme an, daß man, nachdem 200 Meter bunter Mergel und wasserleerer Gyps oder Kalkstein durchsunken worden, auf Steinsalz in Bänken von verschiedener Mächtigkeit stoße, die mit neuen Mergelschichten abwechseln; wenn man nun in einem solchen Terrain die Saugröhre der Pumpe bis auf 220 Meter hinabsteigen läßt, so wird sie in kurzer Zeit von Mergel- und Gesteinstrümmern umgeben sein; wenn man nun, nach der Auflösung der Steinsalzbänke durch Wasser, die Verstopfung des unteren Saugröhren-Loches so weit hat gedeihen lassen, daß die gehobenen Wässer zu schmutzig sind, um benutzt werden zu können, und daß es zur Reinigung des Bohrloches nöthig wird, die Pumpe heraus zu heben, so wird man Schwierigkeiten erfahren, die von dem Druck herrühren, den die, die Röhre umgebenden Trümmer ausüben, und man wird Gefahr laufen, einen Theil der Röhre im Bohrloche lassen zu müssen. Man muß also das Bohrloch mit einer möglichst langen Röhre aussetzen, die an ihrem untern Theil einen solchen Durchmesser hat, daß die Saugröhre ohne Widerstand in dieselbe eingeführt werden kann; an ihrem oberen Theile muß sie von einer gewissen Höhe an, die von der Teufe des Bohrloches abhängt, einen größeren Durchmesser haben, denn je größer dieser ist, desto schwerer ist die Säule des Salzwassers verhältnißmäßig und verglichen mit der äußeren Süßwassersäule, wozu noch der atmosphärische Druck kommt. Wenn z. B. die Teufe, bis zu welcher der Kolben unter die Oberfläche des Bodens niedergeht, 40 Meter betragen sollte, so müßte die Röhre, von welcher ich hier spreche, einen größeren Durchmesser, wenigstens von

0,m155 erhalten, so daß ein cylindrischer Körper von 0,m153 sich frei darin bewegen kann.

Bohrlöcher zur Wetterloosung in Bergwerken und Steinbrüchen.

Die Temperatur nimmt auf eine Tiefe von 30 Metern im Durchschnitt um 1 Grad zu. Diejenige, welche der Oberfläche des Bodens zunächst ist, variirt ein wenig, je nach dem Breitengrade.

In Paris ist die Temperatur in einer Teufe von 50 Metern in der Regel 10° — 11° C. In den Bergwerken vereinigen sich verschiedene Ursachen, die Temperatur zu erhöhen: die Menge der Grubenlichter und der Grubenarbeiter eines Theils, andern Theils die in Zersetzung begriffenen Kiese. Viele Mittel sind mit mehr oder weniger Erfolg versucht worden, um die zur Erhaltung der Gesundheit und des Lebens der Bergleute nöthige Luft zu erneuern. Man findet sie angegeben, erläutert und ausführlich entwickelt in den Werken der Herrn Combes und Burat; wir beschäftigen uns demnach hier nur mit denjenigen, die auf den Erdbohrer Bezug haben, und überlassen es den Ingenieurs und Bergbaubeamten, zu untersuchen, welche für die Oertlichkeiten und die Umstände ihrer Grubenbauten sich am besten eignen.

Manchmal giebt es in den Steinkohlengruben oder in den Bergwerken, wo Erze bergmännisch bearbeitet werden, Stollen von 1000 bis 1500 Meter Länge. Einige Steinbrüche bieten ebenfalls sehr lange Gassen dar. Eins der sichersten Mittel für den Zweck der Wetterloosung besteht darin, Bohrlöcher von 0,m25 bis 0,m33 Durchmesser auszuführen, die an der Bodenoberfläche beginnen und bis durchs Hangende der Stollen fortgesetzt werden, wodurch eine beständige Luftströmung hergestellt wird. Herr Sello, Director der Gruben des Steinkohlenbeckens von Saarbrücken, hat eine große Menge solcher Bohrlöcher mit Hülfe des Seilbohrens hergestellt. Das Terrain, welches er zu durchsinken hatte, bestand aus einem gleichförmigen Sandstein, weßhalb das von ihm angewendete Verfahren nicht allein das wohlfeilste war, sondern auch am schnellsten zum Ziele führte. Wenn man Formationen zu durchsinken hat, welche Wasser enthalten, so muß man auf gleiche Weise zu Werke gehen, als ob man einen artesischen Brunnen anlegen wollte, und sorgfältig das Bohrloch mit Röhren aussetzen, sonst ersäuft man die Gruben oder den Steinbruch, statt ihnen frische Wetter zuzuführen. Da der Erdbohrer, wenn er aus dem Bohrloche gehoben wird, Proben des durchsunkenen Erdreiches zu Tage fördert, und das Journal des Vorstehers der Bohrarbeit die Veränderungen des Wasserniveau im Bohrloche anzeigen, so ist der Vorsteher immer im Stande, sein Bohrloch zur rechten Zeit mit Röhren auszusetzen, ehe er das Hangende des Stollens durchbohrt, welchem er frische Wetter zuführen will. An manchen Orten kann man mittelst starker hölzerner Stangen, welche durch eiserne Stangenschlosse mit einander verbunden sind, Wetterschachte von 0,m60 und selbst von 1 Meter Durchmesser ausführen. Mehrere dieser Wetterschachte, wenn sie in einen und denselben Stollen führen, stellen Luftströmungen her und ziehen die verdorbene Luft aus.

Von den Senkbrunnen und ihrem Nutzen.

Mehrere Fabriken und Manufacturen verwenden eine große Quan-

tität Wasser, welches, nachdem es für den bestimmten Zweck gedient hat, mit übelriechenden Gasen oder mit verdorbenen Substanzen beladen ist. Solches Wasser auf die offene Straße abfließen zu lassen, ist häufig verboten. Besteht kein solches positives Verbot, so giebt es von Seiten der Nachbarn Beschwerden und manchmal Prozesse. Wenn die Uebelstände zu bedenklich werden, so tritt die Obrigkeit ins Mittel und verordnet entweder die Schließung der Anstalt oder die Anwendung der nöthigen Maßregeln, um nicht die Nachbarschaft durch das offene Abfließen des übelriechenden oder ungesunden Wassers zu belästigen. Wird solches Wasser von Senkgruben oder dem Steinpflaster in der Manufactur absorbirt, so tritt mit der Zeit der Fall ein, daß die unterirdischen Infiltrationen endlich das Wasser der benachbarten Brunnen verderben. Aus diesen Gründen hat sich der Polizeipräfect zu einer Ordonnanz unterm 20. Julius 1838 veranlaßt gesehen, in welcher folgende Vorsichtsmaßregeln geboten werden, wenn man übelriechendes Wasser absorbiren lassen will.

Im ersten Artikel heißt es: »Kein gewöhnlicher oder Senkbrunnen soll gebohrt, kein Bohrloch oder dergleichen soll unternommen werden, ohne zuvor eine schriftliche Declaration nach Paris an die Polizeipräfectur und an die Maire in den Landgemeinden gelangen zu lassen; diese Declaration muß den Ort bezeichnen, wo man dergleichen Unternehmungen auszuführen beabsichtigt.«

Im Artikel 14 heißt es: »Keine Schwindgrube, kein Senkbrunnen soll ohne specielle Erlaubniß angelegt werden, die aber ertheilt werden wird, wenn es in Folge der durch den Artikel 1 vorgeschriebenen Declaration möglich ist.

»Die Tiefe des Senkbrunnens wird in der Erlaubniß, die, wenn es angeht, ertheilt werden soll, bestimmt werden.

»Alle Verordnungen über Senkbrunnen sind auch anwendbar auf solche Senkgruben, welche über oder in der Nähe von Senkbrunnen angelegt werden.«

Es ist auch gegenwärtig anerkannt und durch die Erfahrung bewiesen, daß ein Brunnen eben so viel Wasser, als er zu liefern vermag, zu absorbiren im Stande ist. Wenn nach Vollendung einer Bohrarbeit dieselbe 100 Liter Wasser in der Minute liefert und die Sprunghöhe desselben 1 Meter über der Bodensohle desselben beträgt, so braucht man bloß die Röhre um 1 Meter über den Wasserspiegel zu verlängern, und man kann dann fortwährend jede Minute hundert Liter Wasser eingießen, ohne daß es an der Mündung der Röhre überläuft.

Wenn ein Bohrloch 100 Liter Wasser in der Minute und an der Bodensohle ergiebt, man aber 500 Liter in derselben Zeit absorbiren lassen will, so bringe man in das Steigrohr eine Pumpe, welche 500 Liter Wasser in der Minute hebt, und beobachte, bis zu welcher Tiefe im Steigrohr ein leerer Raum entsteht. Beträgt dieser leere Raum z. B. 5 Meter, so genügt es, eine Röhre von derselben Länge über dem Wasserspiegel anzubringen, um die Absorption der 500 Liter in der Minute zu erlangen.

Was ich jetzt in Betreff der über der Bodensohle springenden Quellen bemerkt habe, ist von noch weit leichterer Anwendung, wenn das

erbohrte Wasser nicht hoch genug ansteigt, um an der Oberfläche überzufließen.

Als Beispiel will ich das Pariser Becken nehmen, wo das höchste Steigen der in der tertiären Formation angetroffenen Gewässer 15 bis 18 Meter über den niedrigsten Wasserstand der Seine und der Marne beträgt. Wenn ein Bohrloch an einer Stelle angelegt wird, welche 25 Meter über dem mittleren Wasserstande des Flusses liegt, so wird das emporsteigende Wasser wenigstens 7 Meter unter der Bodensohle bleiben, und die Wasserabsorption wird eine sehr reichliche sein.

Ist der Senkbrunnen beendigt und mit Röhren ausgesetzt, so muß man folgende Vorsichtsmaßregeln anwenden, um zu vermeiden, daß er nicht verschlammt oder verstopft werde. Wenn diese Vorsichtsmaßregeln nicht sorgfältig beobachtet werden, so nimmt die Wirkung nach und nach ab und verschwindet endlich ganz. Man muß über dem oberen Theile der ins Bohrloch eingezogenen Röhre einen Hut anbringen, welcher, wie die Brause einer Gießkanne, mit Löchern durchbohrt ist; man muß eine Cisterne von 1 oder 2 Metern größerer Tiefe, als der Hut der Röhre, um letztere herum anlegen, damit die zu absorbirenden Gewässer, ehe sie in die Röhre übertreten, allen Schlamm absetzen; und um zu vermeiden, daß sich dieser Schlamm nicht zu reichlich absetze und in kurzer Zeit die Cisterne ausfülle, so muß man zuerst das Wasser in einigem Abstande von der Cisterne in einen Vorbehälter treten lassen. Die Fig. 1 Taf. 19 stellt einen Senkbrunnen im Pariser Becken dar; eine erste Sicherheitsröhre schneidet die Flußalluvionen ab, in welchen eine erste Absorption sich kund gab. Eine zweite Röhre schneidet einen Theil des Mergels und Kalksteines der Gypsformation ab, und an der Basis derselben findet sich eine zweite absorbirende Schicht. Eine dritte Röhre endlich durchsetzt einen Theil des unteren Thones und Sandes und findet im Lignit-Sande eine dritte Absorption. Die zweite Röhre ist einige Meter hoch in der ersten abgeschnitten, und ebenso die dritte in der zweiten. Die erste Röhre trägt einen sogenannten Filtrirhut, von welchem so eben die Rede war, und dieser Hut liegt ein Meter über dem Boden der Cisterne, in welche die Wässer geleitet werden, die eben absorbirt werden sollen. Die Röhre, welche dieses Wasser in die Cisterne ergießt, erblickt man über dem Hute, und ihr anderes Ende taucht in den ersten Behälter, wo das Wasser seinen Schlamm absetzt, ehe es in die Cisterne übertritt; auch in dieser setzt es von Neuem Schlamm ab, um nun so frei als möglich von den trüben Theilen, mit denen es beladen war, in die Röhre des Senkbrunnens überzutreten.

Wenn der Schlamm bis fast an den Hut reicht, so räumt man ihn aus, und wenn man genau Alles befolgt, was ich in diesem Betreff angegeben habe, so kann ein solcher Senkbrunnen lange Jahre in Thätigkeit bleiben, ohne daß man ihn zu reinigen braucht. Hat aber das Wasser mit der Länge der Zeit einen Ueberzug abgesetzt, welcher die Absorptionskraft lähmt, so ist dann das Reinigen nicht kostspielig und kann sogar ohne allen Nachtheil von dem Eigenthümer des Senkbrunnens selbst ausgeführt werden. Er bedarf hierzu bloß eines Schmandlöffels mit Kugelventil und Henkel, wie er Tafel 11 Figur 13 beschrieben ist.

Nachdem wir von den Senkbrunnen gesprochen haben, wie sie sich für Fabriken und große Manufacturen eignen, bleibt mir nur noch ein

Wort über das erfolgreiche Erfahren übrig, welches einige Landwirthe anzuwenden pflegen, um Ländereien trocken zu legen, welche so sumpfig sind, daß sie gar nicht benutzt werden können. Da das Regenwasser aus Mangel an Gefäll nicht abfließen kann, und der Boden zu thonig ist, um das Eindringen des Wassers zu gestatten, so bleibt es an der Oberfläche stagnirend, und die Verdunstung allein kann es bloß während einiger Monate des Jahres beseitigen.

Die undurchlassenden Schichten, welche sich entweder an der Oberfläche des Bodens oder einige Centimeter unter derselben befinden, sind häufig nur einige Meter mächtig. Davon kann man sich leicht binnen einigen Stunden durch Anwendung eines kleinen Erdbohrers überzeugen, sobald die undurchlassende Schicht nur 6 — 10 Meter mächtig ist.

Wenn das Land tief geackert wird und man in jeder Furche den Pflug nochmals eingreifen läßt, so wird man zwischen dem Boden der Furche und dem höchsten Theile des Furchenrückens eine Niveaudifferenz von wenigstens 0,m 66 herbeiführen. Das Wasser wird natürlich in diesen Furchen abfließen, und um es ganz los zu werden, braucht man nur in Abständen von 100 bis 200 Metern ein Bohrloch mit einem Bohrer von 0,m 20 bis 0,m 25 Durchmesser nieder zu bringen. Zwei Arbeiter können mehrere Bohrlöcher in einem Tage ausführen; um zu verhindern, daß diese Löcher sich nicht verstopfen, umgiebt man sie mit einem Geflecht von Dornen oder Reisholz und bringt eine solche Faschine auch in das Bohrloch selbst. Mit Hülfe dieser leichten und wenig kostspieligen Vorkehrungen erlangt man bald die vollständige Trockenlegung des Bodens (siehe Taf. 19 Fig. 3). Wenn viele solcher Bohrlöcher ausgeführt werden müssen, so thut man besser, sich in den Besitz eines solchen Erdbohrers zu setzen und das Bohren von seinen Arbeitern ausführen zu lassen, als damit einen sogenannten Unternehmer solcher Arbeiten zu beauftragen. Die nöthigen Maschinen und Werkzeuge sind:

1) Ein kleines dreibeiniges Bohrgerüst, Taf. 20 Fig. 10;
2) Ein Umsatz- oder Bohrkrückel;
3) Zwei oder drei Bohrstangen Nr. 2 oder 3 von 3 bis 4 Meter Länge;
4) Ein offener Bodenbohrer von 0,m20 oder 0,m25 Durchmesser;
5) Ein Schneckenbohrer;
6) Ein Meißelbohrer;
7) Ein Drehhebel mit Druckschraube;
8) Ein Drehschlüssel;
9) Ein Glückshaken, oder ein Haken, oder eine Fangmutter mit Muttergewinden.

Das Gewicht dieser Theile beträgt ohne das Bohrgerüst 250 bis 350 Kilogr. und der Preis 600 bis 900 Francs.

Für kleine Senkbrunnen, von denen hier die Rede ist, dürfte schon das Bohrgerüst Figur 10 zu complicirt sein und könnte auch bestehen aus drei Stangen, die in der Spitze oben zusammengebunden werden.

Für eine Teufe des Bohrloches von 30 bis 50 Metern ist das Bohrgerüst mit einem Haspel, oder auch mit einem Hornhaspel mit Zahnrad-

Vorgelege versehen, welcher auf zwei Schwellen außerhalb der Basis des Bohrgerüstes befestigt ist.

Von den artesischen Brunnen.

Als ich einen Begriff von dem unterirdischen Verhalten des Wassers im dritten Capitel gab, habe ich auch die Ursachen angedeutet, welche das Wasser auf die Oberfläche der Erde heben, wenn man ihm hier entweder mit Hülfe des Erdbohrers oder mittelst irgend einer Ausgrabung einen Austritt eröffnet.

Die verschiedenen Schichten, aus welchen die Erdrinde besteht, lassen sich im Betreff des Gegenstandes, der uns hier beschäftigt, unter vier Kategorien bringen: 1) Trümmerformation, 2) Alluvialformation, 3) tertiäre und secundäre Formation, aus verschiedenen beweglichen, sandigen und durchlassenden Schichten, sowie aus undurchlassenden Schichten von Mergel oder Thon zusammengesetzt; mächtige Gesteinschichten, die mehr oder weniger von Spalten durchsetzt werden; 4) Urformation in unregelmäßigen Massen.

Das Regenwasser, welche jährlich auf die Erde fällt, bildet eine Höhe von 0,^{m}60 bis 0,^{m}65 und giebt für jeden Quadratkilometer ein Volumen von 600 bis 700 Tausend Cubikmetern. Ein Theil davon fließt über die Oberfläche des Bodens mehr oder weniger mit Trümmern beladen, die von den Schichten abgerissen worden sind, über welche es fließt; ein anderer Theil wird durch die Verdunstung beseitigt und der dritte vom Boden absorbirt, in welchen er bis zu einer Teufe niedersteigt, welche von der geologischen Beschaffenheit der Oertlichkeit abhängig ist, wo die Erscheinung vor sich geht. Das auf diese Weise absorbirte Wasser circulirt in den Spalten der Formation, manchmal ohne alle Spannung, und in diesem Falle veranlaßt es Quellen, welche eine kurze Zeitlang häufig zum Vorschein kommen, dann aber zum Theil oder gänzlich verschwinden, bis zur Zeit, wo sie neue Nahrung bekommen. Ein andermal durchdringt das Wasser das lockere Erdreich langsam, so daß dasselbe von ihm beständig gespeist wird; hieraus entstehen Quellen, welche sich ununterbrochen ergießen. Endlich giebt es auch unterirdische Gewässer im Zustande der Ruhe in Höhlen und in Versenkungen, von welchen sie alle Ausgänge füllen, die aus diesen Behältern oder Seen emporsteigen und an der Oberfläche des Bodens ausgehen.

Quellen in der Trümmerformation. Diese Formation füllt die oberflächlichen Senkungen des Bodens aus. Man findet sie in mächtigen Ablagerungen in den Thälern, und sie bedeckt die Abhänge der Berge, von welchen sie die Bestandtheile empfangen hat, aus denen sie zusammengesetzt ist. Je nach der Beschaffenheit der zertrümmerten Schichten ist sie durchlassend oder dicht. Gewisse Gesteine erzeugen Ablagerungen, welche vom Wasser leicht durchdrungen werden, während andere wirkliche Breccien erzeugen, zwischen welchen das Wasser nur durch die Spalten circuliren kann, von denen sie durchsetzt werden. Ein andermal ist die Trümmerformation aus Thon oder Sand zusammengesetzt; über ersterem fließt das Wasser ab und von letzterem wird es absorbirt.

In gebirgigen Ländern findet man häufig Quellen in der Trümmerformation, und man bemerkt, daß die Lagerung der Gesteinsschichten ihre Anwesenheit begünstigt oder sich vollständig dagegen setzt. Wenn demnach

Trümmern einen hohen und ausgebreiteten Abhang bedecken, der ungefähr von derselben Beschaffenheit ist, wie die Gesteine, welche ihn bilden, so kann man sicher sein, an seinem Fuße Quellen zu finden, welche von den Infiltrationen durch dieses Terrain hindurch herrühren. An dem gegenüberliegenden Abhang empfangen die kleinen Räume, welche zwischen den verschiedenen Gesteinsschichten vorhanden sind, direct die Infiltrationen und sind vollkommen ausreichend, welches im erstern Falle dagegen mit Wasser gesättigt ist. Dieser Fall wird aber dennoch nicht eintreten, wenn die Blätter oder Verbindungsstellen der Gesteine dem Wasser keinen Austritt gewähren, mag nun dieses von der Natur ihrer Formation herrühren, oder mögen diese Ausgänge von der Trümmerformation selbst zugedeckt sein.

Ich habe jetzt angegeben, wie das in den Abhängen herabsteigende Wasser am Fuße derselben in Gestalt von Quellen wieder zum Vorschein kommt, indem es seinen Weg unter der Trümmeranhäufung hindurch verfolgt. Nimmt man nun an, daß diese Ausflußöffnungen verschlossen sind, oder von einer nichtdurchlassenden Schicht von großer Mächtigkeit und die sich über denselben erhebt, bedeckt werden, und daß man ferner diese Schicht mittelst eines Bohrloches &c. durchsinkt, so wird das Wasser in diesem neuen Ausfluß sich über das Niveau seines früheren Ausflusses erheben und zwar in Folge des hohen Druckes, von da angerechnet, wo die Infiltration stattfindet, bis zu dem Punkte, wo der Erdbohrer sie erreicht.

Quellen in der Alluvialformation. Diese Formation besteht, gleich der Trümmerformation, aus Bruchstücken, die von verschiedenen Schichten und von verschiedenen Gesteinen fortgeführt worden sind. Sie unterscheidet sich von ihr durch ihre Ausdehnung, durch ihre größere Regelmäßigkeit und außerdem noch weil das angeschwemmte Erdreich, von welchem sie herrührt, häufig keine Aehnlichkeit mit den umgebenden Formationen beibehält. Dieser Fall ist demjenigen, welcher bei der Trümmerformation obwaltet, gerade entgegengesetzt. Es besteht gewöhnlich aus Sand, Kies, Kieselgeschieben, Mergel oder Thon. Die alten Ablagerungen nehmen häufig sehr hohe Landstriche ein, die sie in großer Ausdehnung bedecken. Zur Zeit, als die großen Wasserströmungen entstanden, wurden die Thäler von Alluvionen bedeckt, die heut zu Tage mit Pflanzenerde und reichen Culturen überzogen sind, durch welche die Wässer weit langsamer, als sonst fließen. Die durchlassende Beschaffenheit der Ablagerungen erlaubt dem Wasser, sich hier unterirdisch fern von seinem Bette auszubreiten. In dieser Verborgenheit ist es aber denselben Wechseln unterworfen, wie im freien Zustande.

Die Quellen sind auch häufig in der Alluvialformation und häufiger als in der vorhergehenden; mittelst des Erdbohrers können sie zu Tage gefördert werden. Da die Oberflächen, welche von dieser Formation bedeckt werden, ausgebreitet sind, so circulirt das Wasser in der That in den durchlassenden Schichten, auf welchen manchmal undurchlassende Schichten lagern, sehr weit hin. Wenn man ziemlich entfernt von den Infiltrationspunkten sich zu gleicher Zeit an einer tiefer liegenden Stelle, als jene, befindet, so wird das Wasser, vermöge seiner Neigung, das Gleichgewicht herzustellen, in einem ausgeführten Bohrloche emporsteigen. Die wichtigsten Alluvionen, die mir bekannt sind, kommen in Holland im Rheinthale, ferner an den Gestaden des Adriatischen Meeres gegen Venedig hin vor. In letzterer Localität schreibt ihnen Herr Pasini eine Mäch-

tigkeit von wenigstens 400 Metern zu. Verfolgt man sie dort vom Meere an bis gegen den Fuß der Apenninen hin, so findet man, daß sie abwechselnd aus nichtdurchlassenden und aus durchlassenden Schichten bestehen, und daß letztere, welche eine große Ausdehnung haben, einen großen Theil des Wassers der zahlreichen Flüsse verschlucken, von denen sie durchschnitten werden. Daraus ergiebt sich nun mit Sicherheit, daß artesische Brunnen am Gestade des Meeres unfehlbar gelingen müssen.

Quellen in der tertiären und secundären Formation. Nach der Trümmer- und Alluvialformation kommt die tertiäre und secundäre, deren viel weiter ausgebreitete Schichten, und besonders diejenigen der secundären Formation, Veranlassung zu Wasserbehältern und zu Quellen geben, die weit beträchtlicher sind, als diejenigen der beiden letzten Gruppen, von denen so eben die Rede gewesen ist. Diese Formationen bestehen aus Sand, Thon oder Mergel in regelmäßigen Schichten und aus Gesteinen von verschiedener Mächtigkeit. An vielen hohen Stellen der Umgebung von Paris durchdringt das Wasser den oberen Sand und bleibt stehen auf dem Thon oder Mergel der mittleren Süßwasseretage. Wenn diese Schichten ein wenig geneigt sind und von Rissen durchschnitten werden, so entweicht ihr Wasser in die tiefgelegenen Theile in Gestalt von Quellen, während es auf den horizontalen Hochebenen im Boden verweilt und die Cultur unmöglich macht. Einige Schichten der unteren Süßwasserformation enthalten auch Wasser, welches an einigen Punkten bis an die Oberfläche des Bodens steigen kann; an vielen andern Punkten liefert diese Gruppe reichliche Quellen, die man manchmal als Bewegungskräfte benutzt. Die unmittelbar darauf folgende Formation, nämlich die Gruppe des Grobkalkes und die des unteren Sandes, welche bildsamen Thon und Lignite enthält, umfassen auch zahlreiche Quellen und Wasserflächen, welche, je nach der Höhe der Punkte, wo man sich ansetzt, um sie zu erreichen, entweder aus der Erde emporspringend, oder bloß bis zur Oberfläche aufsteigend sind. Die unterirdische Anwesenheit von Wasser wird bedingt durch die Anordnung der Schichten, die von solcher Art ist, daß sie den untersten Theil des tertiären Pariser Beckens einnehmen, während sie auch, indem sie sich aufrichten, einen Theil seiner hohen Umgebung bilden.

Die Gruppe des bildsamen Thones oder unteren Sandes lagert auf der Kreideformation. Man findet kein Wasser in der eigentlichen Kreide der Umgegend von Paris, wenigstens bewegt es sich nicht, wenn dergleichen vorhanden ist, in den Bohrlöchern, während man z. B. in der Grafschaft Artois in der eigentlichen Kreide springende Quellen findet. Herr Garnier in seinem Traité des puits artésiens (1826) erwähnt einer großen Menge springender Quellen, die in dem oberen Theile des kreidehaltigen Kalksteines, der gewöhnlich von regelmäßigen Sand- und Thonablagerungen bedeckt war, erbohrt worden sind. Da das Wasser, welches in den Spalten des kreidehaltigen Kalksteins circulirt, von nichtdurchlassenden Schichten zusammengehalten und gedrückt wird, so steigt es natürlich in den Bohrlöchern empor, mit welchen man diese Schichten durchsinkt. Die Reihenfolge der secundären, unter der Kreide liegenden Formationen enthält zahlreiche Quellen. Man findet hier Anhäufungen von fließendem Wasser, welches Brunnen mit hoher Sprungkraft gewährt. Aber dieser Fall kommt weniger häufig vor, als in der vorhergehenden Formation, weil die Sandschichten seltener werden. Die Infiltrationen können nur

stattfinden durch die Spalten, oder durch die Gesteinschichten, oder endlich durch die Poren derselben Gesteine. Daraus folgt, daß das Wasser nicht so oft eigentliche Wasserflächen bildet, die sich nach allen Richtungen ausbreiten. Es füllt die launenhaften Ausgänge, welche ihm die Windungen der Gesteine lassen, und kommt in den Schluchten, an den Abhängen und an dem Fuße der Berge zu Tage. Die Juraformation ist reich an starken Quellen, und ihr Studium in dieser Beziehung ist äußerst interessant; das Wasser dringt sehr leicht zwischen die Kalksteinschichten dieser Formation und ergießt sich durch eine Menge von Spalten in die Hauptcanäle, die es mit der Gewalt eines Stromes bis zu ihrem Ausgang aus den massiven Theilen dieser Formation durchfließt.

Diese Gesteine, welche so dicht scheinen und deren verschiedene, schräg zur Schichtung gerichtete Verbindungsstellen unbemerkbar sind, gestatten dennoch dem Wasser einen langsamen Durchzug, welches, sich tropfenweise vereinigend, zuletzt eine beträchtliche Masse bildet. Wenn man aus der Vogelperspective die Gegenden betrachtet, wo die Jura- und die Liasformation gut entwickelt sind, so kann man die verschiedenen Richtungen verfolgen, welche das Wasser nimmt, um die gewöhnlichen Quellen zu erzeugen, und bestimmt angeben, daß an irgend einem Punkte die Gegend reichlich mit Quellen versehen sei, während sie an einem anderen Punkte gänzlich fehlen. Es genügt, für diesen Zweck die Senkung und die Oberflächen der Schichten zu beobachten, welche dem Regen exponirt sind. Wenn diese Schichten ziemlich horizontal sind, so dringt das Wasser nur durch ihre Spalten oder durch ihre Poren; sind sie dagegen unter starken Winkeln aufgerichtet, so bieten sie dem Regen und den verschiedenen Wasserströmungen die Verbindungsstellen ihrer Schichtung dar, welche einen Theil davon absorbiren. Wenn an dem gegenüberliegenden Abhange der so bewässerten und eben beobachteten Oberfläche die Schichten von Thälern durchschnitten werden oder bloß getrennt sind, so wird man eine große Menge kleiner Wasserstrahlen und Quellen hervorkommen sehen, die um desto stärker sind, je größer die Infiltrationsoberflächen sich darstellen. Wenn aber die Schichten, statt unterbrochen zu sein, sich um einen gemeinschaftlichen Punkt herum aufrichten, so bilden sie eine Art von unregelmäßigem Becken, gegen dessen mittleren Theil hin das Wasser sich sammelt. In diesem Falle sind die oberflächlichen Quellen seltener als in demjenigen, wo die Schichten zerrissen sind; aber es ist möglich, in den tiefen Theilen des Beckens springende Brunnen zu erhalten, wenn der Boden, wo der Versuch vorgenommen wird, unter den der Infiltration exponirten Schichtenköpfen befindlich ist.

Die Entdeckung der Quellen erheischt geologische Kenntnisse und hauptsächlich eine große Gewandtheit in der Beobachtung des Verhaltens der Formationen. Der Abbé Paramel, welcher über diesen Gegenstand specielle Studien anstellte, hat mehrere Gegenden auf gelungene Weise mit schönen Quellen beschenkt, die sie, aus Mangel an nöthigen Kenntnissen, um das Aufsuchen derselben zu bewerkstelligen, ganz entbehrten. Obgleich er seine Wissenschaft mit keiner Art von Blendwerk umgiebt, so halten sich doch die Unwissenden für überzeugt, daß er außer dem Vermögen, welches ihm das Studium und zahlreiche Beobachtungen verliehen haben, noch ein anderes besitze.

Der Abbé Paramel hat hauptsächlich die Quellen studirt, welche dem

Boden zunächst liegen und, wie ich schon bemerkt habe, von den artesischen Brunnen sich dadurch unterscheiden, daß letztere von der Vereinigung des Wassers in Gestalt großer Flächen herrühren, und daß die Infiltrationen, welche diese Anhäufungen unterirdischen Wassers in ihrer Gesammtheit bilden, von oft sehr entfernten Punkten herrühren, während die oberflächlichen Quellen in der Regel durch örtliche Infiltrationen bedingt werden.

Die Ursachen des Emporsteigens des Wassers über die Bodenoberfläche oder im Allgemeinen über den Punkt, wo es der Erdbohrer erreicht hat, ergeben sich zum Theil aus dem, was bereits dargelegt worden ist. Ein artesischer Brunnen ist nämlich der eine Schenkel einer gekrümmten Röhre, deren anderer Schenkel beständig aus einem Behälter über der Mündung des ersteren gespeist wird; oder mit andern Worten, das Wasser steigt in den Bohrlöchern in Folge des Strebens der Flüssigkeiten, sich in communicirenden Gefäßen ins Gleichgewicht zu setzen. Untersuchen wir jetzt diese Theorie in ihrer Anwendung. In den Röhren von kleinen Dimensionen und polirten Oberflächen setzt sich das Wasser ins Gleichgewicht oder doch bis auf eine fast unmerkliche Differenz. In den Leitungsröhren ist diese Höhendifferenz zwischen dem Wasserbehälter und der Grenze, bis zu welcher das Wasser emporsteigt, sehr merklich und variirt je nach den Dimensionen, den Formen der Schenkel u. s. w. Es besteht endlich eine Beziehung zwischen dem ganzen Druck des Wassers und dem effectiven (der erste wird repräsentirt, durch die Höhe des Speisungspunktes über der Ausflußmündung, und der zweite berechnet nach der wirklichen Geschwindigkeit des Wassers bei seinem Austritt aus der genannten Mündung), dergestalt, daß die wirkliche Menge des ausströmenden Wassers oft nur $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ von dem theoretischen Ausfluß desselben beträgt, selbst für mittlere Entfernungen und Quantitäten

Es ist nun begreiflich, daß wenn in den Leitungsröhren die Reibungen einen so ansehnlichen Widerstand gegen die Bewegung des Wassers verursachen, sie einen unverhältnißmäßig größeren in den unregelmäßigen und mit Trümmern gesperrten Canälen, welche die unterirdischen Wasser enthalten, erzeugen müssen; der Verlust an Springkraft, wenn man darauf rechnete, daß, wie im ersteren Falle, einige Decimeter betragen würde, kann vielmehr auf zwanzig, fünfzig und hundert Meter betragen, je nach der Ausdehnung der Formation, in welcher man das aufsteigende Wasser entdeckt. Es ist deßhalb möglich, daß ein Bohrloch kein springendes Wasser liefert, obgleich die Mündung desselben weit unter den verschiedenen Zuflüssen der unterirdischen Wasserfläche liegt.

Eine andere Ursache, und ohne Zweifel die einflußreichste, widersetzt sich noch dem Emporsteigen artesischer Brunnen bis zur Höhe ihres Speisungspunktes, und diese Ursache liegt in ihrem Ergießen in Spalten und Brüche aller Art (wodurch eben die gewöhnlichen Quellen entstehen, von denen weiter oben die Rede war) während ihres ganzen Laufes.

Um die Ursache des Steigens artesischer Quellen ganz klar zu machen, habe ich angenommen, daß die Schichten so angeordnet seien, daß sie die Form eines Beckens darbieten. Von dem fast regelmäßigen Umfange dieses Beckens sinkt nun das Wasser gegen den Mittelpunkt desselben hinab und bleibt hier stehen. Bei dieser Voraussetzung würde nun die Reibung in der That schon allein das Hinderniß abgeben, daß das

Wasser die Höhe der Linie erreicht, wo der erwähnte Umfang durch die Infiltrationen hinlänglich gespeist wird. Dieses Becken und der Zustand seines Wassers können einfach dargestellt werden durch ein Gefäß, welches Wasser enthält und in welchem man einen linsenförmigen Körper dergestalt befestigt, daß nur sehr wenig Raum übrig bleibt; es leuchtet nun ein, daß wenn man diesen Körper vertical von einem Theile bis zum andern durchbohrt, das Wasser in dem Bohrloche bis zu der Höhe emporsteigen werde, die es im Gefäß einnimmt. Wenn aber dieses Beispiel eines von allen Seiten geschlossenen Beckens in der Natur vorkommt, so muß es als eine seltene Erscheinung betrachtet werden; zuerst ist die Gestalt des Beckens, welches die Schichten bilden sollen, nie vollkommen, und außerdem ist diese Senkung, wie auch ihre Form beschaffen sein möge, sehr häufig durch tausend Unebenheiten des Terrains durchschnitten oder unterbrochen. Daraus folgt nun, daß das Wasser, welches, unserer ersten Annahme zufolge, darin ruhig bleiben sollte, zum Theil ausläuft durch die seitlichen Einschnitte, ferner auch durch die Oeffnungen in den Wandungen des Gefäßes.

Statt also zu sagen, daß die artesischen Brunnen in den Bohrlöchern bis zur Höhe ihrer Entstehungspunkte, nämlich bis zu den Terrainhöhen, die sie erzeugen, emporsteigen, muß man vielmehr sagen, daß diese Quellen sich in Folge der genannten Druckhöhe erheben, wenn man davon in Abzug bringt 1) einen Theils ihres Volumens, welcher durch verschiedene Ausgänge entweicht, 2) die Reibungen, welche der andere Theil auf seinem Wege nach dem Bohrloche erfährt. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser in einem Bohrloche emporsteigt, ist ein mittlerer Durchschnitt 1) zwischen der Höhe der Schichtenköpfe, durch welche das Wasser infiltrirt und dem Punkte des Aufhörens der nichtdurchlassenden Schichten, von denen es zusammengehalten wird; 2) und zwischen der Entfernung des Bohrloches von den Schichtenköpfen, verglichen mit der Entfernung des Punktes, wo das Wasser verloren geht. Dieß hat sich mir durch eine vielfache Erfahrung bestätigt.

Einige Personen schlagen die erste dieser Ursachen der Verminderung der Springkraft hoch an und vergleichen die unterirdischen hydrographischen Becken mit Leitungsröhren, welche das Wasser eines Behälters ausgießen sollen; sie behaupten, daß das Wasser in den Bohrlöchern in Folge des Druckes steige, welchen die Röhrenwandungen im Allgemeinen erfahren; daß dieser Druck ausgemittelt werden könne mittelst eines Piezometers, welcher auf der Leitungsröhre angebracht wird. Diese Theorie hat Aehnlichkeit mit der unsrigen; aber die Folgerungen, welche die Urheber derselben daraus herleiten, scheinen mir nicht annehmbar zu sein, außer in einigen Ausnahmsfällen. Ihrer Behauptung nach erklärt sie das angebliche Verschwinden der Wasserflächen, d. h. das Eingehen gewisser Brunnen, die sonst sehr reichlich sprangen.

In der That zeigt der Piezometer und die Theorie des Ausfließens der Flüssigkeiten einen um desto beträchtlicheren Druck auf die Wandungen der Leitungsröhren an, je unregelmäßiger der Durchmesser der letzteren und je kleiner die Ausflußmündung ist; daraus folgt nun, daß, da die Canäle, in welchen die Wasserflächen circuliren, sich zu vergrößern streben und auch wirklich vergrößern, die Höhe der Wassersäule im Bohrloche succesiv abnehmen müsse, bis der Druck auf nichts schwindet,

ein Fall, in welchem die unterirdischen Gewässer sich dann im freien Zustande ergießen würden. Es will mich bedünken, als ob man diese Theorie mit Hülfe des folgenden sehr einfachen Raisonnements bekämpfen könne: Das Wasser ist im Bohrloche gestiegen, indem es die Reibungen zu überwinden hatte, ferner auch die Verluste durch Oeffnungen aller Art, als Spalten, Unterbrechungen, oder Erhebung der Schichten u. s. w. Indem es reichlich aus dem Bohrloche hervordrang, führte es eine gewisse Zeit lang eine große Quantität Sand, Thon und selbst Gesteinsbruchstücke, von ihrem unterirdischen Lager herrührend, mit sich; aber dieser Transport ist nur momentan. Wenn die reichlichsten artesischen Brunnen 50 bis 100 Cubikmeter dieser Trümmer zu Tage gefördert haben, so ist dieses das Höchste, was man annehmen kann. Worauf reducirt sich nun das Verhältniß dieses Volumens zu demjenigen, welches die unterirdischen Wasser einnehmen? Offenbar auf eine unendlich kleine Quantität und die folglich keinen Einfluß auf das Emporsteigen des Wassers geäußert hat, oder mit andern Worten, die Vergrößerung der Kanäle durch die Wegführung der Trümmer und durch das Auswaschen derselben von Seiten des Wassers ist nicht von Belang und verändert um gar nichts den allgemeinen Druck, welchen das Wasser auf die Wände der genannten Kanäle ausübt.

Wenn die Spalten und andere Oeffnungen, als das Bohrloch, sich beständig erweiterten, so wäre dieses etwas ganz Anderes, und es würde dann der Fall eintreten, wo das Wasser, wenn es durch diese Ausgänge einen freien Abfluß hätte, nicht mehr in dem verticalen künstlichen Kanale emporsteigen würde. Von der Größe dieser Oeffnungen hängt in der That der größere oder kleinere Verlust der Springkraft ab; denn es liegt auf der Hand, daß wenn die Mündung einer Leitungsröhre sich nicht verändert, der von ihren Wandungen ertragene Druck, welche Veränderungen auch ihr Durchmesser und ihre Form, wohlverstanden an andern Stellen, als an der Mündung, erfährt, immer sich gleich bleiben müsse. Soll man annehmen, daß die genannten Oeffnungen, welche in dem Augenblicke bestanden, wo man mit dem Bohrer das Wasser erreichte, und welche sich dem Steigen desselben nicht widersetzten, sich dann so sehr erweitern, um das Springen zu vernichten? Ich bin nicht dieser Meinung; denn wenn Obiges der Fall wäre, so sähe man nicht durchgängig dieselben Quellen dieselben Wasservolumina geben und zwar seit einer undenklichen Zeit, und dennoch sind viele von ihnen weiter nichts, als natürliche artesische Brunnen, die, statt vertical zu sein, wie wir diese Brunnen anzulegen pflegen, eine geneigte oder gewundene Richtung haben, aber nichts desto weniger demselben hydraulischen Grundsatz ihre Existenz verdanken. Viele dieser Quellen würden an gewissen Stellen verschwinden, um an andern wieder zum Vorschein zu kommen, wo sie durch Vergrößerung der Ausgänge einen freieren Abfluß erhalten hätten. Die Quelle des Loiret z. B. ist ein wirklicher natürlicher artesischer Brunnen; ihr Wasser besitzt eine Geschwindigkeit, die weit mehr im Stande ist, die Wandungen und Kanäle auszuwaschen und zu vergrößern, als dasjenige unserer künstlichen artesischen Brunnen. Das Ergebniß dieser schon vor so langen Zeiten beschriebenen Quelle bleibt sich indessen immer gleich; die Variationen, welche die Quelle erfährt, hängen einzig und allein von der Höhe des Wassers der Loire ab, welches unterirdisch infiltrirt und nach

einem längeren oder kürzeren Laufe unter dem Namen Loiret wieder zum Vorschein kommt.

Ein großer Theil der artesischen Brunnen, welche ich angelegt habe, haben ihr Ergebniß vermehrt und einige sogar verdoppelt. Andere haben große Verminderung erfahren, weil in derselben Localität neue Bohrlöcher unternommen wurden, mit welchen die ersteren hinsichtlich des Niveaus und der Quantität in's Gleichgewicht setzten; die alten isolirten Brunnen, welche ebenfalls abgenommen haben, und zwar sowohl die von mir, als die von Andern erbohrten, sind ziemlich selten, und die Ursache ihrer geringeren Ergiebigkeit muß der Befürchtung der Eigenthümer, den zu ihrer guten Herstellung nöthigen Aufwand zu tragen, zugeschrieben werden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie so viel Wasser, wie anfangs, wieder ergießen würden, wenn sie gut ausgebessert würden.

Die Personen, welche in dieser Abnahme der artesischen Brunnen eine Abnahme der Wasserflächen zu erblicken geglaubt haben, können sich in dieser Hinsicht beruhigen und in diesem Betreff alle Sicherheit erlangen, wenn sie über die artesischen Brunnen die Notiz des Herrn Arago zu Rathe ziehen, welche derselbe im **Annuaire du Bureau des Longitudes**, 1835 mitgetheilt hat.

Noch ein Wort über die Erscheinung des Emporsteigens des Wassers in den Bohrlöchern. Viele Personen können sich kaum einen Begriff davon machen, wie Wasser, welches sich in dicken Sandschichten befindet, in solchen Kanälen hinlänglich frei circuliren könne, um in so großer Masse sich bis über die Oberfläche des Bodens zu erheben, und wie außerdem dieses Wasser, welches so nach Außen getrieben wird, nicht vielmehr einen Schlamm- und Sandstrahl, als einen schönen Strahl hellen und klaren Wassers bilden könne. Ich glaube, daß eine einzige Thatsache, wie man sie an vielen Orten beobachten kann, jeden Zweifel über den freien Fluß des Wassers im Sande zerstreuen werde. Eine große Menge strömender Wässer hat sich in den Alluvionen ihres Thales ein Bett gemacht; die Brunnen, welche den Ufern eines Flusses zunächst liegen, haben nun in einem solchen Falle kein anderes Wasser, als der Fluß selbst. Nun weiß aber Jeder, daß wenn einer dieser Brunnen hinlänglich ausgetieft wird, derselbe nicht allein von Menschen nicht ausgeschöpft werden kann, sondern daß auch eine starke, von mehreren Pferden bewegte Pumpe häufig dieses Ziel nicht erreicht; der Sand und die Kieselgeschiebe, welche zwischen dem Flusse und dem fraglichen Brunnen die Stelle eines Kanales vertreten, müssen also dem Wasser, welches man ausschöpft, eine ziemlich freie Strömung gestatten. Ebenso verhält es sich mit den Sandschichten, welche springendes Wasser enthalten, das wir unterirdisch aufsuchen. Nehmen wir nun an, daß die Revolutionen, welche unsere geologischen Becken erzeugt haben, wiederkehren könnten, und daß sich die Gegend, wo sich die Mündung eines Flusses befindet, um mehrere hundert Meter emporhebe, dergestalt, daß das alte Thal, in welchem das Wasser den sanften Abhang des Bodens hinabfließt, eine Art unermeßlichen Beckens bilde; nehmen wir ferner an, daß die Ablagerungen von Thon, von Mergel, von Gestein ꝛc. dieses neue Thal bedecken, aber in der Art, daß sein Umfang den größten Theil dieser Ablagerungen beherrscht: so wird das Regenwasser und andere neue Wasserströme in die Alluvionen des ursprünglichen Flusses infiltriren und hier verweilen, bis man ihm in einem der tiefgelegenen Theile des

neuen Thales mit dem Erdbohrer oder auf sonst eine Weise einen Ausfluß verschafft. Von solcher Art ist unseres Erachtens die allgemeine Erscheinung der springenden Quellen.

Ich habe noch Nichts von den Quellen erwähnt, welche man in der primitiven und in der Uebergangsformation antrifft; die Schichtung der letzteren Formation giebt zu einigen Wasseransammlungen Veranlassung, aber dieses ist selten, weil die Schichten dieser Epoche in der Regel verstürzt, auf tausenderlei Art unterbrochen sind und keine durchlassende Ablagerung, die zum Filter dienen könnte, wie in den vorhergehenden Formationen, zwischen dieselben eingeschaltet ist. Das Wasser circulirt im Urkalk, in den Gesteinen ohne Schichtung durch Spalte, welche diese Gesteine nach allen Richtungen durchsetzen, und nimmt kein festes Niveau an; es kann folglich nicht vermöge der oben ausgesprochenen Grundsätze an die Oberfläche des Bodens geführt werden, oder wenigstens sind, da es unmöglich ist, durch Untersuchung des Bodens den Grund zu erkennen, wo durch Zufall das Steigen stattfinden könnte, die Forschungen in diesen unregelmäßigen Massen eventuell, und man muß sie nicht unternehmen, als nur im Falle absoluter Nothwendigkeit, und in solchem Falle muß man die Senkung untersuchen, in welcher die Spalten in der Regel vorkommen. Da das Wasser nur in einer Spalte angetroffen werden kann, so muß man alle möglichen Maßregeln treffen, um auf dergleichen Spalten beim Durchsinken des Terrains zu stoßen.

Es bleibt mir nun noch übrig ein Wort über die Anwendung der artesischen Brunnen für verschiedene Zwecke. In ebenen Gegenden werden die reichlichen, aber manchmal unreinen Wässer für das materielle Leben durch Bohrbrunnen ersetzt; in Paris und an andern Orten ist das gewöhnliche Wasser nicht geeignet zum Speisen der Dampfkessel, weil es in denselben einen dicken Niederschlag erzeugt, und mehrere Manufacturen haben deshalb einen artesischen Brunnen bohren lassen, mit welchem sie ihre Dampfmaschinen speisen. Sie finden dabei Zeitersparniß, indem sie nicht mehr die Unterbrechung haben, welche durch das Auskratzen der Dampfkessel verursacht wird, und dann kommt ihnen auch Ersparniß an Brennmaterial zu gut.

Der Landwirth benutzt die artesischen Brunnen zur Bewässerung des Bodens. Wenn die kleinen Bewässerungskanäle mit Sachkenntniß angelegt sind, so kann auch eine eben nicht sehr reichliche Bewässerung ein wichtiges Resultat herbeiführen, besonders wenn die Gestaltung des Bodens sich für diesen Zweck eignet.

Die Uferbewohner der Scarpe im Departement du Nord bedienen sich des Wassers ihrer artesischen Brunnen zum Rösten des Hanfes und des Flachses, woraus sie ihre Leinwand und ihre berühmten Spitzen fertigen. Der Vortheil, den sie bei Anwendung des Wassers ihrer artesischen Brunnen, verglichen mit anderem Wasser, finden, beruht in der hohen Temperatur und in der Klarheit des artesischen Wassers, wodurch die Zubereitung des Flachses beschleunigt wird. Die Eigenthümer verschiedener Papiermühlen, z. B. derjenigen von Echarcon am Ufer der Essonne (Seine-et-Oise), von Sainte-Marie, von Courtalin, auf dem Grand-Morin (Seine-et-Marne), unter andern können bei Anwendung des Flußwassers keine guten Erzeugnisse erhalten, weil dieses Wasser mit Trümmern und vegetabilischen Substanzen beladen ist; sie benutzen deßhalb

das Wasser der artesischen Brunnen, die sie in ihren Manufacturen haben bohren lassen.

Mehrere ähnliche Anstalten auf dem Petit-Morin können dieselben Vortheile genießen, wenn sie nur einen geringen Aufwand nicht scheuen, indem die Tiefe springender Quellen in dieser Localität zwischen 40 und 60 Meter wechseln muß.

Der Erdbohrer entdeckt auch berühmte Mineralquellen, und dahin gehören diejenigen, welche ich zu Enghien, zu Vichy, in der Auvergne und zu Hessen-Homburg erbohrt habe. Das Wasser der artesischen Brunnen wird häufig als Triebkraft benutzt, und ich beschränke mich hier darauf, eines Brunnens zu erwähnen, welcher 6 Kilometer von Tours bei Herrn Lecomte, Eigenthümer zu Ville-aux-Dames, erbohrt worden ist; da das Wasser mehrere Kubikmeter in der Minute liefert und sich vier Meter über den Boden erhebt, so setzt es zwei Getreidemühlen mittelst eines Rades von fünf Meter Durchmesser in Gang.

Da die Kreide wenig mächtig an diesem Punkte ist, so ist das Einziehen von Röhren nur in der Nähe des Bodens von Belang. Ein sechseckiger Kasten von 0m,40 Durchmesser schneidet das oberflächliche Terrain von der Alluvialschicht der Loire ab; das Bohren ist mit dem Durchmesserdieser Base 15 Meter weit fortgesetzt worden, wo eine Röhre aus Eichenholz sitzt, die in ein kegelförmiges Loch endet, auch ist sie rings um bis zur Höhe der Bodenoberfläche mit einem dichten Lattenschlag umgeben.

Zu Tours wird bei Herrn Fessier, einem Brauer, ein artesischer Brunnen auf dieselbe Weise benutzt; in der Grafschaft Artois werden verschiedene Gewerke durch ähnliche Triebkräfte in Bewegung gesetzt.

Wenn das Wasser nicht die Höhe erreicht, auf welcher man es zu benutzen wünscht, so dient es wenigstens als Triebkraft, um einen Theil seines Volumens bis auf die genannte Höhe zu heben. Der artesische Brunnen, welchen ich im Jahre 1845 bei Herrn Charpentier, einem Müller zu Brou (Seine-et-Marne), erbohrt habe, giebt ihm die Mittel, seine Mühle ununterbrochen im Gange zu erhalten; vor dem Bohren des artesischen Brunnens erschöpfte eine tägliche achtstündige Arbeit das ganze aufgestaute Wasser eines Baches; ein Theil des Mühlteichwassers wirkt auf das Rad unterschlächtig, und derjenige vom artesischen Brunnen wirkt auf dasselbe oberschlächtig. Die Bohrarbeit, welche ich im Jahre 1836 bei der Frau Herzogin von Dino ausgeführt habe, sollte das Wasser auf die Terrasse des Schlosses leiten, welche 14 bis 15 Meter über dem Garten lag. Da ich ungewiß war, ob ich ein solches Steigen erlangen würde, so setzte ich mich mit dem Bohrloche am Fuße der Terrasse an, und Herr Bestier, Architekt, richtete einen kleinen hydraulischen Widder her, welcher durch die Quelle selbst in Thätigkeit gesetzt wurde und 150 Liter Wasser in der Minute auf die Terrasse hob. Hier war ein zweiter hydraulischer Widder in einem niedlichen Kiosk angebracht, welcher 130 Liter Wasser in der Minute auf die Terrasse ergoß und noch 20 derselben auf die Plattform des Schlosses erhob. Dieses Resultat, welches seit 10 Jahren nicht gewechselt hat, giebt einen schönen Bach von 500 Liter in der Minute, welcher durch die Gärten und den Park fließt, nachdem er als Triebkraft gedient hat, um mehr als den vierten Theil seines Ergebnisses 15 Meter hoch zu heben, wo es eine neue Wasserströmung bildet, welche, nachdem

sie selbst als Triebkraft benutzt worden ist, in Gestalt eines Wasserfalles in den Park herabsteigt.

Diese Bohrarbeit wurde mit dem Anfange des Sandes und des grünen Sandsteines unabhängig von meinem Willen eingestellt; sie hätte können weiter fortgesetzt werden und würde, gleich den artesischen Brunnen zu Tours, ein prächtiges Resultat ergeben haben. Inzwischen hat das Volumen des Wassers seit der Beendigung der Arbeiten auffallend zugenommen.

Mehrere schöne Besitzungen liegen ein Wenig zu hoch auf den Hügeln der Loire, als daß man dort auf springende Quellen rechnen dürfte; aber ein großer Theil derselben könnte Wasser mittelst eines einfachen Schöpfrades erhalten; dieses ist eine weit wohlfeilere Maschine, als ein hydraulischer Widder, die den Vorzug vor letzerem verdient, wenn die Oertlichkeit es gestattet; die Schwierigkeit auf diesen Höhen besteht darin, daß man das Aufschlagwasser, wenn es von diesem Rade oder von jeder anderen Maschine abfließt, verliert; dieses ist mit einem Worte das Gefäll, welches man erhalten muß. Es kann hergestellt werden durch einen Heber oder sicherer durch eine Wasserleitung und in einigen Fällen durch einen einfachen Graben. Dieses Mittel, die emporsteigenden Quellen in vielen Gegenden zu benutzen, ist einfach, und häufig kann es auch nicht theuer zu stehen kommen. Wenn man nur über einen kleinen Wasserfall verfügen kann, so wird man wenig Wasser über dem Boden haben; aber diese kleine Quantität, welche in einem Besitzthume, dem es gänzlich an Wasser fehlte, nun beständig gegeben ist, bildet auch einen Reichthum.

Zu Saint-Fargeau bei dem Marquis von Boisgelin habe ich einen artesischen Brunnen von mehr als 200 Meter Tiefe erbohrt; das aufsteigende Wasser erreicht aber nicht die Höhe der Bodensohle; wird aber ein horizontaler Stollen angelegt, wie ich angerathen habe, so würde man einen Wasserfall im Park erhalten, der natürlich die Höhe der Thürme dieses alten Schlosses erreichen würde, welches Jacques Coeur noch erbaut hat. Ich habe die Hoffnung, daß die Eigenthümer sich eines Tages entschließen werden, diese, im Verhältniß zum schönen Resultate, welches man erlangen würde, wenig kostspielige Arbeit ausführen zu lassen.

Beispiele gelungener artesischer Brunnen.

Nachdem ich in Kürze die Formationen angedeutet habe, in welchen man springendes oder steigendes Wasser suchen kann, will ich Beispiele des Gelingens in jeder dieser Formationen mittheilen. Die Trümmerformation und die eigentliche Alluvialformation werde ich unter einer und derselben Benennung zusammenfassen, denn obschon ihre geographische Lage häufig eine ganz verschiedene ist, so sind sie doch fast immer aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzt und letztere auf eine ähnliche Weise unter einander verbunden.

Die Bohrarbeiten, für welche ich die Herren Blanc zu Hessen-Homburg Bohrapparate und Arbeiter lieferte, hatten hauptsächlich die Aufsuchung von Mineralwasser zum Zweck, und es sind auch mehrere Quellen, welche die nothwendigen medicinischen Bestandtheile besaßen, in der Keuperformation aufgefunden worden, von wo sie bis an die Oberfläche des Bodens stiegen; einige von ihnen sind aussetzende Quellen. Die Herren Blanc fanden süßes Wasser, dessen sie ebenfalls bedurften, in den Trüm-

mern derselben Keuperformation, welche an dieser Stelle ein Lager von 10 Meter und größerer Mächtigkeit bildet. Das Wasser, welches in einem der Bohrlöcher in einer Tiefe von 6 Meter angetroffen wurde, sprang 3 Meter hoch über die Bodensohle empor, ergoß sich in reichlicher Menge und in guter Qualität.

Die Alluvialformation der Seine wurde mittelst eines Bohrloches, in einem gewöhnlichen Brunnen niedergebracht, fast gänzlich durchsunken; letzterer konnte nicht tief genug ausgegraben werden, weil zu reichliches Wasser zufloß. Ein Bohrloch gab in wenigen Tagen die angemessene Tiefe; der Sand, durch welchen es niedergebracht wurde, mußte durch eine gußeiserne Röhre von 0,m12 bis 0,m20 oder durch eine hölzerne Röhre von der nämlichen Weite im Lichten abgeschnitten werden. Die Saugröhre der Pumpe, welche anfänglich nur bis auf den Boden des Brunnenschachtes reichte, steigt jetzt in das Bohrloch hinab und hebt das Wasser vier, fünf und sechs Meter unter seiner oberen Mündung, woraus sich ergiebt, daß der Brunnen in allen Jahreszeiten so viel Wasser liefert, als man nur immer bedarf.

Die oberen Schichten der tertiären Formation in der Umgegend von Paris, d. h. der obere Thon, welcher Mühlsteine enthält, der Mergel und der Süßwasserkalk, welche sie bedecken, und der obere Sand, die das Wasser, welches sie empfangen, auf der darunter liegenden Thonschicht der Süßwasserformation absetzen, geben Veranlassung zu mehreren Wasseransammlungen und zu zahlreichen Quellen. Dieselben steigen wenig über die Bodenoberfläche empor, weil die Schichten, zwischen welchen sie sich befinden, selten sehr geneigt und ausgebreitet sind. Das beste Mittel, diese Quellen zu benutzen, besteht darin, sie mit einem kleinen Erdbohrer aufzusuchen, um eine große Menge derselben an den höchsten Punkten zu vereinigen, wenn es sich ausführen läßt, und sie sodann in einem einzigen Bache oder in einer Röhre nach dem Punkte zu führen, der mit Wasser versorgt werden soll.

Zwei springende Brunnen von geringer Tiefe habe ich auf dem Besitzthume des Herrn von Rothschild zu Ferrières bei Lagny, einer Gegend erbohrt, in welcher die Gruppe des unteren Süßwasserkalkes (zweite Süßwasserformation Brongniarts) die vorherrschende geologische Bildung ist. Das vierte Bohrloch hat kein Resultat, wie die vorhergehenden, ergeben, weil die kieselführende Bank, die das Wasser enthält, hier fehlte, und weil der nichtdurchlassende Mergel, welcher darüber liegt, unmittelbar auf einer dichten Bank von kieselerdehaltigem Kalkstein lagert.

Die tertiäre Formation ist nicht diejenige, welche in Frankreich in Betreff der artesischen Brunnen die schönsten Ergebnisse liefert, wohl aber diejenige, wo man dieselben am häufigsten antrifft, einmal weil ihre Schichten zur Aufnahme des Wassers geeignet sind, und sodann weil sie weniger dick als diejenigen der secundären Formation sind und folglich weniger Bohrunkosten verursachen.

Unter den tertiären Ablagerungen Frankreichs hat bis jetzt das Pariser Becken die glücklichsten Resultate in Betreff unterirdischer springender Wasser gegeben. Hauptsächlich in der Gruppe des unteren Süßwasserkalkes, sodann im sandigen und chlorithaltigen Theile des Grobkalkes und häufig in seinen Mergelschichten, endlich in der Gruppe des bildsamen Thones oder des unteren Sandes, den Brongniart die erste Süßwasser-

formation zu nennen pflegt, findet man die steigenden und springenden Quellen in großer Anzahl.

Die tertiäre Formation der Pariser Umgegend verdankt ihre zahlreichen Quellen ihrer abwechselnd dichten, oder nichtdurchlassenden, und durchlassenden Beschaffenheit und außerdem noch ihrer Lage auf dem Kreidebecken, welches mit ihren Ablagerungen ausgefüllt ist. Die Ränder dieses Beckens bilden in der Umgegend von Paris gleichsam einen Gürtel, den man fast ohne Unterbrechung verfolgen kann; er zeigt sich überall im Thale der Seine von Dival und Villenore bis nach Montereau. Er kommt wieder zum Vorschein in der Nähe von Paris zu Meudon, Bougival, Ruel; er geht zu Tage aus im ganzen Thale der Mauldre und in demjenigen von Vaucouleur und an den Ufern der Seine von Meulan bis nach Roche-Guyon; im Thale der Epte und bis nach Longchamps. Zwischen Beauvais und Gisors bedeckt er noch eine große Oberfläche; er besteht zu Provins, zu Sezanne, zu Laon, und er wird bergmännisch bearbeitet in der Umgegend von Compiègne, wo die gewöhnlichen Brunnen ihn unter einer nicht sehr mächtigen Transportformation finden; endlich bildet er den Boden der oberen Normandie, der Picardie und der Champagne und erstreckt sich ins Departement der Ardennen in einer Richtung von Südwest nach Nordost, von Beaucouville bei Autry nach Maimbresson und nach Blanchefosse und stützt sich auf die Juraformation, deren Schichtenköpfe sich succesiv und einander parallel bis zu einer Linie zeigen, welche von Mouzon nach Fligny läuft.

Die Kieselgeschiebe, welche man an vielen Punkten des Umfanges dieses Beckens findet, sind einer der Beweise, daß die Gewässer hier verweilt haben. In dieser Art von Golf oder von See mit äußerst wellenförmiger Oberfläche haben sich also die tertiären Formationen abgelagert, welche von dem Erdbohrer schon an sehr vielen Punkten vollständig durchsunken worden sind.

Die Untersuchung der geologischen Karte der Pariser Umgegend von Herrn Brongniart und die neueren und vollständigeren Karten der Herren de Senarmont und d'Archiac zeigen ganz deutlich die Vertheilung der tertiären Formation in dem ebengedachten Kreidebecken. So kann man z. B. an vielen Punkten der Thäler des großen und des kleinen Mocin springende Wasser erhalten, auch könnten die zahlreichen Manufacturen, die an diesen beiden Flüssen liegen, hinlänglich versorgt werden mit dem Wasser, welches aus der Tiefe dieser Thäler käme; ebenso verhält es sich mit demjenigen des Aubelin.

Die größte Mächtigkeit der Schichten der tertiären Formation kann man nördlich und nordöstlich aus ihren Schichtenköpfen erkennen; geht man nach Süden vorwärts, so werden sie succesiv bedeckt, und unter dieser Decke werden einige von ihnen schwächer oder keilen sich gänzlich aus.

Die von mir im Seine- und Marnethal ausgeführten Bohrarbeiten lassen die Abnahme der Springkraft der unterirdischen Wässer, je nach dem Abhange dieser Thäler, bemerken; aber diese Thatsache ist noch nicht zur Genüge dargethan, indem mehrere Bohrarbeiten noch nicht das Ende des unteren Sandes oder des bildsamen Thones erreicht haben, namentlich diejenigen von Saint-Denis und von Saint-Ouen. Ich habe eine Bohrarbeit zu Saint-Denis im Kloster der barmherzigen Schwestern beendigt; sie geht 20 Meter tiefer als die früheren nieder und setzt mich in

den Stand, auf diesem Punkte die ganze Etage der tertiären Formation vollkommen zu kennen. Indessen scheint das Resultat zu Reuil und dasjenige, welches ich in der Papiermühle von Sainte-Marie an dem großen Morin erlangte, darzuthun, daß die springenden Wässer um desto mehr emporsteigen, je mehr man sich ihren Speisungspunkten nähert; besonders die Papiermühle von Sainte-Marie begünstigt diese Annahme. Dieser Punkt des großen Morin liegt ungefähr in einer von Norden nach Süden sich erstreckenden Linie, welche über Reuil läuft. Das Wasser, welches ich unter den ersten Schichten der Formation des bildsamen Thones fand, stieg 1½ Meter über den Boden empor, also fast 76 Meter über den Meeresspiegel. Wenn das Bohren bis zur Kreide hinab fortgesetzt worden wäre, so hätte man vielleicht einen Brunnen erhalten, welcher 6 Meter hoch über den Boden empor gesprungen wäre, was folglich 81 Meter über den Meeresspiegel betragen würde, vielleicht hätte auch das springende Wasser zu fließen aufgehört, weil zwischen diesem Punkte des großen Morin und Reuil-sur-Marne eine Höhendifferenz von 20 Metern und zwischen Sainte-Marie und der Straße der Vorstadt Saint-Antoine eine noch größere Differenz von 42 Metern besteht.

Die Kreide hat hier, wie sich aus dem Bohrloche von Jory bei Paris ergiebt, eine geringe Mächtigkeit, und man braucht nur die Seine hinab, von Issy nach Bougival u. s. w. zu gehen, um die Kreide zu Tage ausgehend zu finden; im Oberlande, d. h. nordöstlich und westlich von Paris, sieht man die tertiären Schichten auf der Kreide lagern; an den tiefgelegenen Punkten, die wir so eben erwähnt haben, beobachtet man auch dieselbe Berührung; aber im ersteren Falle absorbiren die Köpfe der tertiären Schichten einen Theil des Wassers, mit welchem sie befeuchtet werden, während sie im zweiten Falle als die Oeffnungen betrachtet werden müssen, durch welche die unterirdischen Wasseransammlungen zu einem großen Theil entweichen. Diese Wässer ergießen sich entweder direct nach außen, oder in die durchlassenden Schichten, mit denen die erwähnten Schichtenköpfe in Berührung stehen. Dieses Wasser wird auch absorbirt von der Kreide, deren oberer Theil häufig von Spalten durchsetzt wird und Gelegenheit zur Anlegung von Senkbrunnen darbietet.

Springendes Wasser ist zu Montgermont im Mergel des Süßwasserkalkes angetroffen worden, als aber das Bohrloch bis in den höhligen Kalkstein niedergebracht worden war, sank das Wasser sogleich und verlor sich mit Geräusch in den Windungen dieses Gesteins.

Das Wasser, welches zu Mondeville in einer Tiefe von 150 Metern erbohrt wurde, erhielt sich im großen Brunnen bloß 35 Meter über dem Meere. Vor dem Bohren enthielt der große Brunnen das Wasser, welches von den Infiltrationen im obern Sande herrührte und, nachdem es den von Spalten durchsetzten Süßwasserkalk durchdrungen hatte, auf dem darunter lagernden Mergel stehen blieb. Dieses Wasser, welches während des Winters eine Höhe von 16 bis 20 Metern über der Brunnensohle hatte, verliert sich jetzt in die Wasseransammlung, welche in einer Tiefe von 150 Metern im Chloritsande des Grobkalkes angetroffen wurde; aber diese Wasseransammlung gewährt eine ununterbrochene Quantität, ohne alle Rücksicht auf die Jahreszeit, während der Eigenthümer des Brunnens vor dem Bohren im Sommer gar kein Wasser hatte.

Wenn man in den großen Brunnen hinabsteigt, so bemerkt man eine

ähnliche Erscheinung, wie diejenige, deren ich bei Montgermont gedacht habe: heftige Luftströmungen entweichen nämlich aus den Spalten des kieselerdehaltigen Kalksteines.

In der Uebersicht, welche ich sogleich über die Höhen geben will, bis zu welchen das Wasser bei den im Seinethale vorgenommenen Bohrarbeiten gestiegen ist, erwähne ich derjenigen von Mondeville nicht, weil ich nicht sicher seine Höhe über dem Meeresspiegel bestimmen kann.

Gränze des Steigens des Wassers über dem Meeresspiegel:

Essonne (springendes Wasser)	42,^{m}50
Corbeil (desgl.)	42 Meter
Soisy (desgl.)	40 =
Crosnes (desgl.)	39,^{m}80
Ivry (desgl.)	36,^{m}50
Saint-Antoine (Vorstadt von Paris desgl.) .	31,
Saint-Ouen (desgl.)	35,
Saint-Denis (desgl.)	34,

Die Verbindungslinie der Gränzpunkte des Steigens des Wassers bildet also, wie man sieht, eine unregelmäßige krumme Linie, deren höchste Punkte, Essonne und Saint-Ouen, an ihren Enden liegen; aber zwischen diesen beiden Punkten besteht noch eine Differenz von sieben Metern, welche dem allgemeinen, früher ausgesprochenem Grundsatze zur Unterstützung gereicht, nämlich daß man im Oberlande in der Nähe der Infiltrationsoberflächen ein beträchtlicheres Steigen, als gegen Paris hin bekommt, wo die Gewässer am Ende der Schichten, zwischen denen sie sich befinden, ihren Ausgang haben.

Die Verzeichnung der Verbindungslinie der Gränzpunkte des Emporsteigens des Wassers gegen Saint-Denis und Saint-Ouen hin, die noch viel weiter ausgedehnt werden könnte, wenn die Formation des bildsamen Thones gänzlich erforscht wäre, ist ein Umstand, über den man sich nicht wundern darf, wenn man bedenkt, daß die Ebene, in welcher diese beiden Punkte liegen, von allen Seiten, nur nicht nach Westen hin, von Formationen umgeben ist, die zur Ansammlung von unterirdischem Wasser ganz vorzüglich geeignet sind.

Die Bohrabeit zu Champrosay hat ziemlich ein ähnliches Resultat ergeben, wie diejenige zu Soisy-sous-Etioles, aber der Tod des Eigenthümers verhinderte die Vollendung derselben.

Diejenige an der Barrière d'Italie bei Herrn Régis Bouvet liefert eins der glücklicher Weise sehr seltenen Beispiele der Erfolglosigkeit einer Bohrarbeit im Pariser Becken; man konnte schon von vorn herein an diesem hohen Punkte kein springendes Wasser erwarten, aber die Gegenwart des Grobkalkes, der den bildsamen Thon bedeckt, ließ mit Grund vermuthen, daß die Sandschichten dieser letzten Formation genügendes steigendes Wasser für die Bedürfnisse der Manufactur geben würden. Dies:s war indessen nicht der Fall. Nach der Grobkalkformation fand man zwar die Formation des bildsamen Thones, aber dieser Thon, der immer dicht ist, besitzt hier eine bedeutende Mächtigkeit und enthält, als Ausnahme von der Regel, keine durchlassende sandige Schicht, sondern geht unmittelbar in die Kreide über, während in einer Entfernung von 500 Metern, in der Manufactur des Herrn Pauwels, eine Schicht von quarzigem Sande, in welcher man hochsteigende Wasser gefunden hat, die Kreide vom bildsamen

Thon oder vom Thonmergel, womit sie häufig endet, deutlich absondert.

Die Bohrarbeit am Bazar Bonne-Nouvelle war ganz, wie der Senkbrunnen auf Rechnung der Herren Labbé, Rossigneux u. Comp., zur Absorption des aus den Küchen und durch den Regen von dieser Gebäudegruppe sich ansammelnden Wassers unternommen worden. Beim Bohren wurden drei absorbirende Wasserbehälter gefunden: der erste in einer Tiefe von 15,ᵐ38, das zweite in einer Tiefe von 44,ᵐ und der dritte in einer Tiefe von 76,ᵐ im lignithaltigen Sande des bildsamen Thones. Das Resultat, welches man von dieser Arbeit erwartete, ist vollständig erlangt worden und würde unverändert geblieben sein, wenn die Vorsichtsmaßregeln, die man bei solchen Senkbrunnen immer zu berücksichtigen hat, gehörig beobachtet worden wären. Diese bestehen nämlich darin, daß man das Wasser in einer Cisterne seine Unreinigkeiten absetzen läßt, ehe es zum Bohrloche gelangt, damit diese Unreinigkeiten nicht die Zwischenräume der absorbirenden Kanäle verstopfen. Nach Vollendung des Bohrlochs wurde ein Versuch hinsichtlich seiner Absorptionsfähigkeit angestellt: mit Wasser gefüllte Behälter, welcher 36 Tonnen zu fassen vermochten, wurden durch eine Pumpe gespeist, die alle fünf Minuten eine Tonne Wasser lieferte. Drei Tonnen, welche neben dem Behälter standen, wurden ebenfalls nach einander in das Becken gegossen, während die Pumpe ohne Unterbrechung arbeite; alles dieses Wasser wurde in zwanzig Minuten vollständig absorbirt, worauf das Wasser im Innern der Röhren sogleich sein früheres Niveau wieder annahm. Hieraus ergiebt sich nun, daß während der Dauer des Versuches 43 Tonnen absorbirt worden sind, folglich 450 Liter in der Minute.

Es wurde den Eigenthümern des Bazars der Rath gegeben, darauf zu sehen, daß das Niveau der von dem Wasser mit fortbewegten Unreinigkeiten niemals bis zur Mündurg der Röhre emporsteige, die sich 0,ᵐ66 über den Boden der Cisterne erhob. Drei Jahre lang hat der Senkbrunnen alles in die Cisterne gegossene Wasser vollständig absorbirt, ohne daß dieselbe ein einziges Mal untersucht worden wäre. Als sich endlich eine Verstopfung bemerken ließ, wurde ich herbeigerufen und fand, daß der Schlamm die Cisterne 1 Meter hoch über die sphärische Kappe füllte, mit welcher die Mündung der Röhre bedeckt war. Ich ließ die Cisterne reinigen, die Kappe abnehmen und das Bohrloch mittelst eines Schmandlöffels ausleeren. Schlamm und Sand füllte den Senkbrunnen vollkommen aus. Als das Löffeln beendigt war, stellte sich die Absorption wieder ein, aber nicht so gut wie vorher, und so mußte es auch kommen, denn der absorbirende Sand war von dem Schlamm der Cisterne eingefettet und gleichsam zusammengeklebt. Um diesen Senkbrunnen gründlich wieder herzustellen, hätte man den letzten Röhrenstoß herausnehmen, das Bohrloch erweitern und dann wiederum mit Röhren aussetzen müssen.

Dieses Beispiel zeigt, daß ein gebohrter Senkbrunnen ein treffliches Absorptionsmittel ist, so lange man die Cisterne in gutem Zustande erhält, in welcher das Wasser vorher die Substanzen absetzen muß, die es schwebend erhält; daß dagegen ein guter Senkbrunnen zum kostspieligen und unnützen Hülfsmittel wird, sobald diese Vorsichtsmaßregeln nicht streng beobachtet werden.

Comparative Höhen der Steigkraft des Wassers der artesischen Brunnen des Marnethales.

	Ueber dem Meeresspiegel.	In Bezug auf den Ourcq-Kanal.
Jvry-sur-Seine	36,m50	— 13m
Charenton oder Alfort	39,m	— 11m
Vaires	53	+ 1,60
Claye	52	"
Anet	52,60	" "
Trilbardeau	52	— 1
Maux	52	— 2,50
Neuil	60,50	+ 3
Papiermühle von Sainte-Marie auf dem großen Morin	75	—

Das Bohrloch von Champigny, gleich demjenigen von Poulangis, sind zwei Beispiele ohne Erfolg im Thale der Marne, Beispiele, die um so außerordentlicher sind, als bei dieser Gelegenheit die Gruppe des bildsamen Thones vollständig durchsunken worden ist, d. h. mit ihrem lignithaltigen und ganz reinen Quarzsande; aber diese durchlassenden Schichten, welche bis jetzt immer in der tertiären Formation der Pariser Umgegend steigende und springende Quellen geliefert haben, sind an diesen beiden Punkten ganz trocken. Diese Erscheinung kann nur den wellenförmigen Erhebungen des Kreidebeckens zugeschrieben werden, welche bei Champigny und Poulangis gleichsam Gürtel bilden, an welchen die wasserhaltigen Schichten Trennungen ihres Zusammenhanges erfahren haben.

Die Bohrlöcher zu Vincennes und zu Créteil sollten für den Zweck dienen, das eine die Abtrittsflüssigkeiten des Schlosses und das andere das Wasser der Grobkalksteinbrüche zu absorbiren, welche damals Herrn Marie gehörten. Die unermeßliche Wasserquantität, welche aus den Schichten der Grobkalkformation kommt, konnte zu Créteil nicht vollständig absorbirt werden, aber alles Regen- und Wirthschaftswasser, welches sich in den Abtrittsgruben des Schlosses von Vincennnes ansammelte, ist mehrere Jahre lang von diesem Senkbrunnen gänzlich absorbirt worden. Da die Vorsichtsmaßregeln, die wir zur Erhaltung eines Senkbrunnens empfohlen hatten, hier, wie am Bazar Bonne-Nouvelle zu Paris vernachlässigt worden waren, so mußten dieselben Resultate sich einstellen. Nachdem der Senkbrunnen zu Vincennes endlich mit Sand und Schlamm angefüllt worden war, haben wir ihn zwar wieder gereinigt, aber die Absorption ist jetzt nicht mehr so gut, wie sonst.

Die Bohrlöcher von Marchiennes und von Vred, welche der Aufsuchung von Steinkohlen halber ausgeführt worden sind, haben starkspringendes Wasser ergeben, welches aus dem oberen Theile der Kreide kam, deren Spalten die Wasser aufnehmen, die sich durch die tertiären Schichten ergießen, welche diese Formation in ziemlich beträchtlicher Mächtigkeit bedecken; dieselbe Wasseransammlung ist wahrscheinlich zu Flines angetroffen worden; aber sei es, daß dieses Wasser weniger Springkraft besaß, als dasjenige der vorhergehenden Bohrlöcher, oder daß es sich in dem mageren Sande verlor, welcher unter der Bodenoberfläche lagerte, oder in dem Sande, welcher die sandige Thonschicht bedeckte, die den Uebergang der tertiären Formation zur Kreideformation bildet: sie sind nicht im Arbeitsjournale erwähnt worden.

Die Bedingungen, unter welchen das Wasser springt, sind die nämlichen, wie diejenigen, welche Herr Garnier in seiner geologischen Notiz der Umgegend von Béthune (Pas-de-Calais) beschreibt, und gehören übrigens zur allgemeinen Erklärung der Erscheinungen der artesischen Brunnen; das Regenwasser dringt also in die tertiäre Ablagerung durch ihre Schichtenköpfe ein, steigt in der Kreide so tief nieder, als ihre Spalten es gestatten, und da es gegen oben hin von den Thonschichten zusammen gehalten wird, von welchen die gespaltene Kreide bedeckt wird, so steigt es natürlich in den Bohrlöchern empor, die ihm einen Durchgang durch den Thon gewähren.

Um die ganze Quantität Wasser zu benutzen, welche die Ansammlung zu gewähren vermag, ist es begreiflicher Weise von großem Belang, daß eine hermetisch eingesetzte Röhre bis auf die Kreide hinabsteige oder bis in die letzte Thonschicht gelange, welche die Kreide bedeckt, sonst wird sich das Wasser fast gänzlich in dem Sande des oberen Theiles des Bohrloches verlieren.

Alle springenden Brunnen der Grafschaft Artois sind denen von Marchiennes und von Vred (Nord) ähnlich, von denen eben die Rede war. Nachdem man diese tertiäre Ablagerung durchsunken und ziemlich weit in die Kreideformation eingedrungen ist, findet man immer springendes Wasser, dessen Reichthum an gewissen Punkten so groß ist, daß man es als Triebkraft oder zum Bewässern der Länderei benutzen kann.

Bei drei Bohrlöchern, welche in demselben Departement ebenfalls für die Aufsuchung von Steinkohlen ausgeführt worden sind, wurde die eigentliche Kreideschicht durchbohrt, ohne daß man das geringste Wasser fand. Diese Thatsache darf nicht befremden, wenn man in Erwägung zieht, daß die mittlere Höhe des Bodens über dem Meeresspiegel an den drei Punkten von Abscon, Auberchicourt, Emerchicourt ungefähr 60 Meter beträgt, während diejenige der drei ersten nur 16 Meter beträgt. Es ergiebt sich aus dieser Erhebung des Terrains, daß die tertiäre Ablagerung sich auf eine geringe Mächtigkeit reducirt, und daß von dieser Seite die Infiltrationen nicht stattfinden können, weil diese durchlassenden Schichten wahrscheinlich an mehreren Punkten bis auf die Oberfläche der Kreide ausgewaschen sind. Damit außerdem die Wasserbehälter, welche die Bohrlöcher von Marchiennes und Vred speisen, im Niveau von Abscon, Auberchicourt und Emerchicourt wieder zum Vorschein kommen können, müßten sie an den erstern Punkten sich 60 Meter über den Meeresspiegel erheben, was gar nicht möglich ist.

Diese Bohrlöcher unter der Kreideformation haben die Kohlenformation erreicht und drei von ihnen die Uebergangsformation; nur bei zwei derselben, bei denen von Flines und von Emerchicourt, ruht die Kreideformation unmittelbar auf dem Uebergangsgebirge.

Man bemerkt auch, daß bei diesen sechs Bohrlöchern kein aufsteigendes Wasser gefunden wurde, weil der Grünsand des unteren Theiles der Kreideformation an diesen Localitäten fehlt. Diese Thatsache ist in sofern von Wichtigkeit, als Eigenthümer und Städte daraus die Behauptungen mehrerer Journale beurtheilen können, die in Folge des Ergebnisses, welches beim Bohrloche von Grenelle erlangt worden war, sich in der Art äußerten, daß man überall auf der Basis der Kreide springendes Wasser finden müsse. Wir haben in einem an die Akademie der Wissenschaften

gerichteten Briefe die nachtheiligen Folgen dargethan, welche aus einem unbegründeten Enthusiasmus, den man beim Publicum erregt, entspringen müssen. Die ganze Juraformation fehlt ebenfalls und kommt im Departement der Somme bei Lucheux erst wieder zum Vorschein. Sowohl dieses Bohrloch, als dasjenige bei Gony (Pas-de-Calais) sind zur Aufsuchung von Steinkohle unternommen worden, und zwar das erste auf Rechnung der Compagnie von Bouquemaison, das zweite auf Rechnung der Departements-Societät von Pas-de-Calais. Das erste wurde verlassen in der Rogensteinformation, das zweite aber weiter, ja man kann sagen bis zur Uebergangsformation, niedergebracht. Die Grünsandgruppe ist an diesen beiden Punkten und zwar in hinlänglicher Mächtigkeit, um gut charakterisirt zu sein, angezeigt. Bei Lucheux fand man einen Behälter mit springendem Wasser.

Bei Lille enthält die Kreide kein steigendes Wasser; die Grünsandgruppe wird hier nur angekündigt durch den Thon und die Tourtia, welche sich fast in der ganzen Gegend zeigen, von der eben die Rede war. Diese Tourtia ist gewöhnlich ein Conglomerat mit kalkhaltigem Thonkitt; die Kerne sind Quarz und Sandstein. Die Tourtia lagert bei Lille unmittelbar auf dem Kohlensandstein, in dessen Spalten die springenden Wasser enthalten sind, welche von dem Thon oder dem grünen Mergel der Kreide auf ähnliche Weise zusammengehalten werden, wie der Thon in der tertiären Ablagerung, was schon früher bemerkt wurde, das Wasser des oberen Theiles der Kreideformation zusammenhält. Diese Analogie kann wenigstens angenommen werden, wenn der kohlenhaltige Kalkstein von einer Menge Spalten durchsetzt wird, welche fast alle am obern Theile ausmünden; aber man kann auch annehmen, daß einige Spalten, welche an der Oberfläche des Kalksteines und an den aufgerichteten Schichtenköpfen entspringen, tief in seine Masse niedersteigen und auf diese Weise geneigte Kanäle bilden, in welchen das Wasser bis zum verticalen Heberschenkel emporsteigt, der durch das Bohrloch repräsentirt wird.

Die vorhergehenden Beispiele beweisen, daß wenn man ein Bohrloch in der Kreideformation unternimmt, man nicht immer darauf rechnen könne, springendes Wasser in der Grünsandgruppe anzutreffen, welche nach der geologischen Ordnung den Beschluß dieser Formation macht, sondern daß diese Gruppe häufig fehlt sammt der ganzen Juraformation, und daß bloß die Spalten der untern Formationen Aussichten auf Erfolg gewähren.

Der schöne Erfolg, der zu Paris unter der Kreide und in der Grünsandgruppe, bis zu welcher man niederging, erlangt wurde, ferner die hohe Temperatur des springenden Wassers, welche in der großen Tiefe ihren Grund hatte, aus welcher es empor stieg, brachte den Municipalrath auf den Gedanken, einen neuen artesischen Brunnen im Jardin des plantes bohren zu lassen. Dieser Brunnen, bei welchem man bis zum Ende des Grünsandes niederzugehen beabsichtigte, sollte ein Wasser liefern, dessen Temperatur, mit der Tiefe des Bohrloches steigend, es möglich machen würde, dasselbe zur Unterhaltung der Pflanzen in den Gewächshäusern während des Winters zu benutzen. Dieser Zweck kann allerdings erreicht werden, wenn die wasserführenden Schichten unter der Kreide die erwünschte Springkraft besitzen, was man aber gar nicht weiß. Dagegen kann auch der Fall eintreten, daß die Gruppe des Grünsandes bloß repräsentirt werde durch einige Schichten von Sand, von Sandstein und von

sandigem Thon, wie es der Fall war in den Departements **Pas-de-Calais** und Somme an den Punkten, welche wir untersucht haben; es kann sich auch noch ereignen, daß die Juraformation gänzlich fehlt und man des Wassers gänzlich beraubt ist, welches sich häufig in dieser andern Etage der secundären Formation findet, und daß man hier, wie zu Lille, keine andern Aussichten auf einen wahrscheinlichen Erfolg habe, als in den Spalten der Uebergangsformation, wenn die Schieferschichten der Steinkohlenformation, in welchen man manchmal springendes Wasser findet, ebenfalls fehlen sollten.

Der Zweck, welchen der Municipalrath zu erreichen beabsichtigte, als er einen artesischen Brunnen im **Jardin des plantes** zu bohren beabsichtigte, bestand ohne Zweifel nicht allein darin, warmes Wasser, sondern auch gesundes und reichliches Wasser mit einer gewissen Springkraft zu erlangen, durch welches man dieser Anstalt prächtige Springbrunnen zur wahren Verschönerung gegeben haben würde. Die Stadt Paris muß aber nicht allein diesen Garten mit einem solchen nutzbaren Geschenk ausstatten, was für viele Stadtviertel ein wahres Bedürfniß ist, und man darf hoffen, daß jetzt, wo die Gewißheit erlangt ist, daß an irgend einem Punkte der Stadt ein ähnlicher Erfolg wie zu Grenelle erlangt werden kann und zwar in kürzerer Zeit und mit geringerem Geldaufwand, wir in einigen Jahren mehrere artesische Brunnen in der Hauptstadt erblicken werden, die unter der Kreideformation entspringen.

Auf eine bestimmte Weise die äußern Gränzen des Wasserbehälters zu bestimmen, welcher den Brunnen des Schlachthauses zu Grenelle in Paris speist, ist eine ziemlich schwierige Sache; wenn man indessen die Erhebung der Kreideformation auf der Juraformation in den Departements der Ardennen, der Marne und der Aube im Nordosten beobachtet und nach dieser Ueberlagerung auf allen Juraformationen des östlichen Frankreichs; so wird man begreifen, daß die Infiltrationen an vielen Punkten dieser hochgelegenen Gegenden stattfinden können.

Im Departement der Ardennen bewässern der Aisne-Fluß und seine kleinen Nebenbäche den Grünsand auf eine Strecke von 40 Kilometern und in einer Breite von ungefähr 15 Kilometern; man könnte also schon behaupten, ohne Widerspruch befürchten zu dürfen, daß die springenden Wasser des Brunnens von Grenelle sich herabsenken von Attigny, von Vouziers, von Grandpré, von Autry u. s. w., sämmtlich Orte, welche auf Sandstein und Grünsand liegen, indem diese Punkte ungefähr 100 Meter über der Ebene von Grenelle liegen und sich in dem Gürtel befinden, den um Paris herum die Kreideformation bildet. Wenn man im Nordwesten im Departement der Ardennen emporsteigt, so bemerkt man noch mehrere Strecken, wo der Sand und der Grünsand von kleinen Flüssen bewässert wird, z. B. vom Vaux, vom Marave, von der Serre u. s. w. Der Aube, welcher von seiner Quelle an bis nach Origny (Aisne) auf der Rogensteinformation fließt, wird beherrscht von Hügeln, wo die Grünsandgruppe sich in einer ununterbrochenen Zone von Rumigny (Ardennen) bis an die Hourbe, sieben Kilometer nördlich von Vervins (Aisne) zeigt; diese Grünsandzone liegt auf dem linken Ufer des Aube und nimmt die allgemeine Richtung der Juraformation des Departements der Ardennen. Das rechte Ufer bietet nur an einander liegende Strecken von Grünsand dar, welche die Rogensteinformation zu Tage gehen lassen. Der Zustand

der Isolirung dieser Strecken macht sie nicht geeignet zu Infiltrationen. Steigt man weiter hin die Aisne hinab, so sieht man noch Grünsand anstehen im Thale der Oise. Endlich bildet er noch einige Schichtenköpfe an der belgischen Gränze. Gegen Südosten über Troyes und an der Gränze des Departements Aube und Haute-Marne lagert die Glauconie entweder auf dem Oxford-Clay oder auf dem Coral-Rag und geht zu Tage in einer weiten Ausdehnung, dient demnach zum Speisen der Behälter, welche zu Grenelle, zu Elbeuf und zu Tours angetroffen worden sind.

Alle diese Infiltrationen, welche von den nördlichen, nordöstlichen und östlichen Gegenden herabsteigen, verfolgen das Fallen der Schichten nach den gegenüberliegenden Theilen hin. Wir haben schon einige der springenden Quellen erwähnt, die im Departement de la Somme und du Nord unter der Kraide erbohrt worden sind. Das Departement de l'Aisne hat auch mehrere springende Quellen, die aus der Grünsandgruppe kommen, namentlich zu Saint-Quentin. Derselbe Fall findet statt im Departement der untern Seine: zu Rouen ist ein Bohrloch von den Herren Flachat ausgeführt worden, welches eine reichliche springende Quelle ergeben hat; schon ein früheres Bohrloch, dessen wir auch Erwähnung gethan, hatte dieselben Resultate gewährt. Auch Elbeuf besitzt artesische Brunnen, deren springende Wasser von mehreren Manufacturen benutzt werden. Man bohrt jetzt zu Calais; bereits ist die Kreide durchsunken, und seit mehreren Jahren dringt der Erdbohrer nur mit großen Schwierigkeiten im Grünsandsteine vor, der eine außerordentliche Härte besitzt und unter welchem man wahrscheinlich springendes Wasser antreffen dürfte. Rührt nun dieses Wasser von den Infiltrationen an den Schichtenköpfen her, wie wir eben aus einander gesetzt haben, oder kommt es, wie Einige annehmen, aus dem nordwestlichen England, indem es seinen Weg unter dem Aermelkanale hin im Kreidebecken nimmt? Diese Hypothese kann, streng genommen, ebenso gut als die erstere angenommen werden; da wir aber über die Anordnung der Kreideschichten in England noch nicht so genaue Auskunft besitzen, um die Punkte zu bestimmen, wo die Passage des Wassers zwischen dieser Gruppe und derjenigen des grünen Sandsteines stattfindet, so können wir in diesem Betreff nichts entscheiden.

In einer oberen Etage, nämlich in derjenigen, welche das tertiäre Becken von London bildet, findet man zahlreiche springende Quellen im bildsamen Thon, welcher demjenigen des Pariser Beckens ganz gleich ist, und nur, statt vom Pariser Grobkalk bedeckt zu werden, nach der Untersuchung der zahlreichen Fossilien, die sie enthält, von einer entsprechenden Formation bedeckt wird, der man den Namen des Londoner Thones gegeben hat.

Ich will nicht alle Beispiele von steigendem und springendem Wasser in dem untern Becken der Kreideformation anführen, aber ich will das, was ich über diese Formation zu sagen habe, durch die Erwähnung eines Versuches beschließen, welcher zu Rochefort im Departement der untern Charente angestellt worden ist, und durch eine Beschreibung der springenden Brunnen im Thale der Loire.

Die untern Schichten der Kreideformation sind in dem Bohrloche von Rochefort nicht gänzlich durchsunken worden; es ist zu bedauern, daß nicht der Stinkmergel noch durchsunken wurde, der wahrscheinlich dieser Etage angehört, und daß man die Untersuchung nicht bis zur Rogenstein-

formation fortgesetzt hat. Da die sandigen Schichten der Kreideformation in der Nähe von Rochefort zu Tage gehen, so war es wahrscheinlich, daß man sie durchsunken haben würde, ohne springendes Wasser zu finden; man hat indessen zwei Wasseransammlungen gefunden, die sich aber nur durch ein schwaches Steigen im Bohrloche bekundeten. Die Tiefe der Bohrlöcher des Hospitales und des Hafens sind nicht über 110 Meter niedergetrieben worden, und dazu hat man zwei Jahre gebraucht. In Schichten, welche dieselben Schwierigkeiten darbieten, erreichen wir im tertiären Pariser Becken dieselbe Tiefe in 50 bis 60 Tagen. Man kann sich überdies die Langsamkeit erklären, mit welcher die Arbeiten von Rochefort vorgeschritten sind, wenn man erfährt, daß die Sträflinge allein als Arbeiter dabei angewendet wurden, und daß sie unter der Leitung von zweifelsohne sehr gelehrten, aber mit der Bohrarbeit gar nicht vertrauten Personen standen.

Noch einige Bohrlöcher geben Beispiele von springendem oder bloß von steigendem Wasser in den Schichten der Juraformation.

Das Bohrloch von Saumur lieferte Wasser, welches nicht bis zur Bodenoberfläche drang, was aber über die Oberfläche sich ergießen würde, wenn man an einer etwas tieferen Stelle einen Stollen treiben wollte.

Es war früher die Rede vom Bohrloche zu Rochecote, dessen Wasser als Triebkraft angewendet wird, um auf der Terrasse des Schlosses eine Fontaine herzustellen.

Ich erwähne noch einen zu Tours erbohrten Brunnen, nämlich denjenigen des dortigen Schlachthauses, obgleich das Volumen seines springenden Wassers, verglichen mit demjenigen der benachbarten Brunnen, sehr schwach war; er war indessen mit kupfernen Röhren von der Bodenoberfläche an bis in den Grünsand hinab äußerst sorgfältig ausgesetzt worden. Eine merkliche Abnahme im Ergebniß dieses Brunnens fand aber dennoch statt, als Herr Mullot den Brunnen des Hospitiums bohrte, der auf Kosten des ersteren an Wasser zunahm.

Die Entfernung von Ville-aux-Dames bis nach Tours beträgt etwa 1 Myriameter, und dennoch erfährt in dieser kurzen Strecke die Kreide eine Erhebung von sechzig Metern. Der Grünsand und der grüne Sandstein, welche dieser wellenförmigen Gestaltung folgen, stellen eine Art von Heber dar, der sich auf einem unebenen Boden ausbreitet und in welchem das Wasser, in Folge eines immer höheren Niveaus als am Punkte des Ausflusses, circulirt.

Das Bohrloch zu Orleans hat die Kreide gewissermaßen nur berührt, und da wir auf ein Lager von Hornstein stießen, welches 10 Meter tief durchsunken wurde und mehrere Brüche am Bohrapparate veranlaßte, so wurde dieses Bohrloch, wegen der Langsamkeit, mit welcher diesen schlimmen Ereignissen abgeholfen werden konnte, endlich verlassen.

Zu Evrès war die Kreideformation von einem Lager aus Mergel, Sand und Sandstein, welches zur tertiären Formation gehörte, und wo eine Ansammlung steigenden und zwei andere springenden Wassers angetroffen wurden, von 120 Meter Mächtigkeit bedeckt. Das Bohrloch wurde bis auf eine Teufe von 191,^{m}66 in der Kreideformation niedergebracht, wobei 1) 50 Meter Kreide mit kieselhaltigen Bänken und reinem Feuerstein, 2) 20 Meter Thon, Sand und Grünsandstein durchsunken wurden, ohne Wasser zu geben.

Die Bohrarbeit von Ferrière giebt ein zweites Beispiel von Erfolglosigkeit in dieser Gegend; die Kreide wurde hier in einer Teufe von 9 Metern angetroffen und besaß eine Mächtigkeit von 67 Metern. Dann kam der Thon sammt seinem Sande und Grünsteine bis zu einer Teufe von 142 Metern, und endlich der Mergel des Jurakalkes, der bis auf 151 Meter erforscht wurde.

Bis jetzt ist noch kein trifftiger Grund für die Abwesenheit des Wassers im Grünsande von Evrès und Ferrière-Larçon angegeben worden. Wenn die Creuse, indem sie den Grünsand bewässert, die gemeinschaftliche Quelle der Brunnen der Touraine ist, was noch nicht erwiesen worden, so befindet sich Evrès ziemlich weit vom Behälter entfernt und so tief unter ihm, daß das Wasser hier springen müßte. Man muß also die beiden Fälle von mangelndem Erfolg, von denen hier die Rede ist, einem sogenannten Rücken (faille), einer Trennung der Continuität in dem wasserhaltigen Sande zuschreiben.

Die Quellen sind, wie ich schon zu Anfang dieses Capitels bemerkt habe, in den verschiedenen Etagen der Juraformation sehr reichlich vorhanden. Herr Buvignier, Ingenieur zu Verdun und Mitarbeiter des Herrn Sauvage bei den geologischen Arbeiten in den Departements der Ardennen, der Maas und der obern Marne, hatte sich vor dem Municipal-Conseil von Verdun und von Romagne-sous-les-Côtes (Maas) dahin geäußert, daß eine Bohrarbeit in einer und der andern dieser beiden Localitäten einen artesischen Brunnen aus den mittleren Schichten der Juraformation ergeben würde, und es wurden deßhalb dergleichen Bohrarbeiten im Jahr 1843 begonnen und noch dasselbe Jahr wieder eingestellt. Das erste Bohrloch wurde im Coral-Rag eröffnet und in einer Teufe von 124 Metern im Oxford-Clay aufgegeben. Dasjenige von Romagne-sous-les-Côtes hatte den Oxford-Clay noch nicht durchsunken und wurde in einer Teufe von 150 Metern aufgegeben, weil der Municipal-Conseil nicht die mäßige Summe zum Durchsinken des Thones verwilligen wollte, obschon man, nachdem der Thon und der cornbrash oder der große Rogenstein und der Bradford-Clay durchsunken worden wäre, ohne Zweifel springendes Wasser erhalten haben würde.

Zu la Rochelle hat Herr Fleuriau, de Bellevue, Correspondent der Akademie der Wissenschaften, ein Bohrloch in der Nähe der Bäder bis auf fast 200 Meter Teufe in der Juraformation niedergebracht. Die Schwankungen des Wassers im Bohrloche sind sehr merkwürdig und haben die Aufmerksamkeit dieses Naturforschers in Anspruch genommen, der uns in diesem Betreff folgende Notiz mitgetheilt hat:

„Notiz über die merkwürdigen Variationen in der Höhe des Wasserstandes des artesischen Brunnens am Seebade von la Rochelle.

»Ehe ich von diesen Variationen spreche, will ich in Kürze bemerken, daß dieser gebohrte Brunnen, der 70 Meter vom Meeresgestade liegt, gegenwärtig (den 2. Februar 1834) 559 metrische Fuß Tiefe hat und im thonigen Kalkstein der mittleren Juraformation niedergebracht worden ist; daß 60 Fuß eines gelblichweißen, dichten, fast lithographischen Steines und 499 Fuß einer bläulichgrauen aber weit thonigern Kalksteinbank durchsunken worden sind, deren Mächtigkeit uns noch unbekannt ist; daß end-

lich diese Bänke durch dünne, fast horizontale Thonmergelschichten getrennt werden.

»Ich mache auch noch bemerklich, daß seit vier Jahren, wo dieses Bohrloch durch die Sorge des Herrn Gon, Mitgliedes der landwirthschaftlichen Gesellschaft dieser Stadt, unternommen worden ist, das Wasser, welches das Bohrloch enthielt, beständig bis zum ersten August des letzten Jahres zwei und zwanzig Fuß bis auf einen Wechsel von einigen Zollen unterhalb der Bodensohle blieb, welche Höhe ungefähr die benachbarten Brunnen und der höchste Wasserstand der kleinsten Fluth haben.

»Um diese Zeit begann man von Neuem zu bohren, drang noch 28 Fuß tiefer, so daß die Teufe des Bohrloches 555 Fuß betrug. Am 31. August wunderte man sich zu bemerken, daß ein Theil des Bohrgestänges, welcher früher unter Wasser stand, jetzt trocken sei. Am folgenden Tage, am 1. September, bemerkte man, als die Arbeiten unterbrochen wurden, daß das Wasser um 144 Fuß gefallen sei, und am 2. September war es um 152 Fuß gefallen; aber den 3. September begann es wieder zu steigen, und sein Steigen dauerte einen ganzen Monat bis zum 2. October; im Durchschnitte betrug es im ersten Theile des Monates 6½ Fuß *täglich* und im andern bloß 3 Fuß 8 Zoll. Es erlangte so genau seine vorige Höhe wieder, so daß es 22 Fuß unter der Bodensohle stand.

»Am folgenden Tage, den 3. October, begann es wiederum zu sinken, und am 4. October war es schon um 29 Fuß gefallen.

»Den 5. October begann es wiederum bis zum 14. October zu steigen, im Ganzen nicht völlig um 9 Fuß.

»Aber am 14., 15. und 16 sank das Wasser 93 Fuß, am 17. 11 Fuß und am 18. 36 Fuß, im Ganzen 140 Fuß innerhalb fünf Tagen. Die Wassersäule, welche vor dem ersten August 505 Fuß betragen hatte, war um 60 Fuß oder um das Drittel ihrer Höhe vermindert.

»Den folgenden Tag, am 19., begann das Wasser wiederum zu steigen und stieg regelmäßig fort bis zum 13. November, wo es um 114 Fuß höher stand, als am 18. October.

»Am folgenden Tage, den 14. November, fiel es von Neuem bis zum 16. November, aber bloß um 14 Fuß.

»Endlich stieg es sogleich, und sein Steigen betrug in dem Zwischenraume vom 16. November bis zum 15. December 42 Fuß; aber endlich erfolgte das Steigen so langsam, daß es in anderthalb Monaten bis zum 2. Februar nur 9 Fuß betrug und einen Stand von 6 Fuß höher als ehedem erreicht hatte; es stand also noch 28 Fuß unter der Bodensohle.

»Man sieht also, 1) daß die abwechselnde Bewegung des Wassers während mehr als fünf Monaten, d. h. seit der Beendigung der Bohrarbeit im Monat August bis jetzt, ununterbrochen fortgedauert hat und daß sie noch fortdauert, obschon schwach.

»2) Daß ein viermaliges Sinken stattgefunden hat und zweimal so rasch, daß das Wasser *täglich* 38 und 35 Fuß sank, während bei dem viermaligen Steigen das Wasser anfangs nur fünf bis sechs Fuß und endlich nur drei Fuß sich gehoben hat. Ausnahmen in diesem Betreff fanden nur zu Ende des letzten Steigens statt. Wenn aber dieses Steigen langsamer als in den andern Fällen stattgefunden hat, und wenn die Variationen alsdann seltener gewesen sind, so läßt Alles glauben, daß die Hauptursache dem Schlamme zugeschrieben müsse, der sich allmählich auf dem

Boden des Bohrloches anhäufte und es mehr oder weniger verstopft hat und zwar am 17., 18. und 19. November zu der Zeit, wo man dem Bohrloche noch vier Fuß Tiefe gegeben hatte, worauf dann die Arbeiten aus Mangel an Fonds eingestellt worden waren.

»Wir bitten nun Männer, welche in dieser Art von Unternehmungen Erfahrung besitzen, uns zu sagen, ob ihnen ein ähnlicher Fall schon vorgekommen sei; ob derselbe als das Zeichen eines nahen Erfolges betrachtet werden könne, oder nicht; und ob sie endlich glauben, daß eine Fortsetzung der Bohrarbeit wahrscheinlich das Wasser dieser aussetzenden unterirdischen Quelle zu Tage bringen werde.

»Man verliert sich hier in Conjecturen über die Ursache dieser sonderbaren Variationen. Bloße Höhlen von 500 oder 600 Fuß unter dem Meeresspiegel sind nicht ausreichend, um dieses Aussetzen der Quelle zu erklären; sollte es vielleicht von unterirdischen Strömungen herrühren, über deren Existenz die artesischen Brunnen uns täglich mehr Gewißheit geben? Die Arbeiten des Monats August könnten vielleicht unser Bohrloch durch Gesteinsspalten mit einer dieser Strömungen in Verbindung gebracht haben? Sollte nun eine solche das Wasser in den Augenblicken, wo sie rasch ist, anziehen, und wäre sie ohne Einfluß im ruhigen Zustande auf dasselbe, indem sie dann den gewöhnlichen Quellen die Fähigkeit ließ, den von ihr erzeugten leeren Raum wieder auszufüllen? Sollte endlich die Nachbarschaft einer solchen Strömung, wenn sie vorhanden ist, uns nicht eine Aussicht auf Erfolg gewähren?

»Wir überlassen es Andern, sich darüber auszusprechen, und beschränken uns nur darauf, ihnen noch außerdem bemerklich zu machen, daß im vorhergehenden Winter in die obersten 120 Fuß dieses Bohrloches eine gußeiserne Röhre eingezogen worden war, theils um zu verhindern, daß sich das Wasser ins Meer verliere, theils um eine Vermischung dieses beiderlei Wassers zu vermeiden; daß aber eine solche Vermischung, obschon sie sehr abgenommen hat, dennoch bemerklich bleibt. Endlich vergesse man nicht, daß dieses Bohrloch durch reichliche Quellen gespeist werde, wie wir schon in einer Notiz im **Bulletin de la Société géologique** in den Monaten Mai und November 1830 mitgetheilt haben.«

Die Erscheinungen, welche hier Herr Fleuriau de Bellevue berichtet, sind unseres Erachtens denen ganz gleich, welche alle aussetzenden Quellen charakterisiren, wenigstens diejenigen, bei welchen die Hydrodynamik ausschließlich ihre Rolle spielt; jene, welche ihren aussetzenden Charakter der periodischen Ausdehnung der unterirdischen Gase verdanken, gehören nicht hierher.

Man denke sich eine Krümmung von großer Ausdehnung in einer dichten Gesteinmasse und nehme an, daß eine unendliche Menge von Spalten, die sich nach Außen öffnen, dazu beitragen, sie mit Regenwasser zu füllen; ist nun der Raum **f, g, h, i,** Taf. 25 Fig. 1, voll und die Speisung fortdauernd, so wird sich das Wasser mit offener Mündung in den Schenkel **i D** ergießen, der dann einen wirklichen Heberschenkel bildet, dessen anderen Schenkel **i h** abgiebt. Es wird dann im Berge die ganz einfache Erscheinung des eigentlichen Hebers stattfinden, das heißt, der Ausfluß des Wassers durch die Mündung **D** wird so lange fortdauern, als der zweite Schenkel **i h** in das Wasser des Behälters **h h′** getaucht ist und so lange der Wasserspiegel im Behälter über der Mündung **D** steht. In unserer Figur bemerkt man, daß der Wasserspiegel im Behälter **h h′** über

D stehen könnte, ohne daß jedoch der Ausfluß fortdauern müßte; denn wenn dieser Wasserspiegel A B unter den Punkt q gefallen wäre, so würde der Heber nicht mehr thätig sein, weil der Punkt q, der die Basis des eingetauchten Schenkels repräsentirt, nicht tief genug liegt oder der Behälter nicht tief genug ist. Wie dem aber auch sein möge, d. h. mag sich die Sache verhalten, wie die Figur angiebt, oder mag sie sich genau so verhalten, wie im eigentlichen Heber, so ist doch so viel ausgemacht, daß der Ausfluß durch die Oeffnung D eine gewisse Zeit hindurch erfolgte; daß dieser Ausfluß immer gedauert haben würde, wenn die Speisung des Behälters dem Ausflusse desselben gleich geblieben wäre; dann aber das Wasser im Kanale e, f, g allmählich gesunken und eben deßhalb der Ausfluß in D plötzlich aufgehört hat, so geht daraus, wie früher, hervor, daß der Schenkel i D leer ist, daß das Wasser eine mehr oder weniger lange Zeit hindurch unter A′ B′, dem Niveau des gekrümmten Hebertheiles, stehen werde, daß es aber, über diese Gränze hinaufgestiegen, bald wieder durch den Schenkel i D sich ergießt, um aus der Mündung D abzufließen, bis sein Niveau auf A q B gesunken sein wird.

Wenn die Spalten, welche den Brunnen speisen, denselben bald füllen, so werden, obschon die Oeffnung D von solcher Größe ist, um ihn noch rascher zu leeren, die Intermittenzen einander noch näher liegen.

Wenn das Speisen sehr langsam von statten geht und die Oeffnung B sich gleichbleibt, so wird die aussetzende Quelle hinsichtlich ihres Reichthums während ihres Ergusses sich gleichbleiben; aber 1) wird die Dauer geringer sein, als in den Fällen einer raschen Speisung, und 2) werden die Unterbrechungs-Intervallen auch von längerer Dauer sein.

Wenn endlich die Gestalt dieselbe bleibt, die Mündung D aber kleiner wird, und das Wasser der Quelle nicht rascher zu entleeren vermag, als es in dieselbe gelangt, so wird der Erguß ununterbrochen sein.

Angenommen nun, daß der artesische Brunnen von la Rochelle, dessen Herr Fleuriau de Bellevue gedachte, dargestellt werde durch den Theil e, f, g der Figur, und daß das Wasser, welches ihn speist und welches 22 Fuß unter der Bodensohle stehen bleibt, in denselben durch die nämlichen Spalten gelange; angenommen ferner, daß der Schenkel i h unserer Art von Heber eine Höhe von 140 — 150 Fuß habe, und daß endlich die Mündung D, welche wir am Boden anbrachten, unter der Erde in der gegenwärtigen Tiefe des artesischen Brunnens Ausfluß habe, und die Wasser desselben in ein durchlassendes Terrain oder in sehr weite Höhlen ergieße, wie es deren in dem Theile der Juraformation geben kann, in welcher das Bohrloch niedergebracht wurde. Wenn alle diese vernünftigen Hypothesen, sage ich, begründet werden, so ist die Erscheinung der Intermittenz, von welcher Herr Fleuriau spricht, auf eine natürliche Weise erklärt. Wenn diese Intermittenz nicht regelmäßig ist, so liegt der Grund darin, daß die Trümmern des Bohrloches den Austritt des Wasser hemmen und den beständigen Erguß desselben während der Periode verhindern, wo er stattfinden soll. Wenn ferner diese Intermittenz einen Tag lang aufhört, so erklärt sich dieses dadurch, daß das durchlassende Terrain, in welches, wie wir angenommen haben, die Ergießung erfolgt, sich ohne Zweifel mit Wasser gesättigt hat, oder daß bei der Annahme von Höhlen, diese sich gefüllt haben werden. Diese Thatsache muß nun gegenwärtig

eintreffen, oder es wird ohne Zweifel ein mehr oder weniger entfernter Zeitpunkt eintreffen, wo dieses der Fall sein wird.

Bis jetzt haben wir nur von Wasser gesprochen, welches enthalten war: 1) in der Alluvialformation; 2) in der tertiären Formation; 3) in der Kreideformation; 4) in der Juraformation.

Es bleiben uns nun noch einige Beispiele in Bezug auf die Lias-, auf die Keuper-, auf die Steinkohlen- und auf die Anthracitformation zu erwähnen übrig. Die Liasformation des Departements der Ardennen wird eingetheilt in oberen Mergel, in eisenschüssigen Kalkstein, in mittleren Mergel, in sandigen Kalkstein und in Gryphitenkalk. Das Bohrloch von Donchery bei Sédan ist gegenwärtig im Betrieb und dient zur Aufsuchung von Steinsalz oder von Steinkohlen; es ist eröffnet im mittleren Mergel, dessen Mächtigkeit genau so ist, wie der Bergbauingenieur Herr Sauvage angegeben hat. Der sandige Kalkstein, welcher nachher kommt, ist eine Verbindung von Thonlagern und von Kalksteinbänken von sandsteinförmiger Textur und einer außerordentlichen Härte. Diese Etage endete in einer Teufe von 236 Metern; an ihrer Basis fand man springendes Wasser, was zur Speisung der Dampfmaschine diente; es wurde sodann der Gryphitenkalk angebohrt, der, gleich dem sandigen Kalkstein, aus einer Abwechselung von Gesteinschichten und Thonschichten besteht; diese Liasformation, welche in einer Teufe von 337 Metern durchsunken war, gewährte an ihrer Basis eine neue Wasseransammlung, die bis über die Bodensohle sprang; eine Isolirungsröhre von 330 Meter Länge schnitt die Quelle ab, welche an der Basis des sandigen Kalksteines gefunden wurde; das Bohrloch hat gegenwärtig, den 1. September 1846, eine Teufe von 347 Metern im bunten Mergel erreicht, und das Wasser, welches von der Bodensohle emporsteigt, hat einen Salzgehalt von 3 Grammen auf's Liter.

Die Gegenwart springenden Wassers zu Donchery läßt vernünftiger Weise annehmen, daß man zu Sédan, welches sehr arm an Quellen ist, deren auch erbohren würde, wenn man einen Theil des sandigen Kalkes durchsinken, der seinen Boden bildet, und 30 bis 40 Meter in den Lias- oder Gryphitenkalk eindringen würde.

Die Gegenwart äußerst reichlichen Wassers in der Keuperformation, welche auf die eben erwähnte folgt, ist zur Genüge nachgewiesen durch die zahlreichen in Frankreich und in Preußen vorhandenen Salinen. Die Keuperformation besteht aus einer mächtigen Mergelschicht, die man wegen der Mannichfaltigkeit ihrer Farben bunten Mergel nennt. Derselbe enthält in seinem oberen Theile unzusammenhängende Bänke, in welche unregelmäßig Kalk und Strontian vertheilt sind; sein mittlerer Theil charakterisirt sich durch ähnliche Lager eines talkerdehaltigen Kalkes, welcher mit secundären Gyps- und Steinkohlengängen abwechselt, die man manchmal mit denen der eigentlichen Steinkohlenformation verwechselt hat; endlich im untern Theile findet man noch den Gyps, begleitet von Steinsalz. Letzteres wird an gewissen Localitäten, zu Dieuze z. B., in Stücken und in Stollen ausgehauen; aber häufig gewinnt man es mit Hülfe von Pumpen, deren Saugrohr bis in das Steinsalzlager niedergeht. Das Wasser ist mehr oder weniger mit Salz gesättigt, und man stellt daraus krystallisirtes Kochsalz dar, indem man die Salzsoole in großen Kesseln versiedet. Dieses Verfahren ist das allgemein gebräuchliche und wird auch so lange

Zeit in Anwendung bleiben, als der Staatsfiscus eine so enorme Abgabe auf diesen Gegenstand erster Nothwendigkeit legt. Oft enthalten die salzführenden Schichten Quellen, die mit Salz gesättigt sind. Fehlt es an solchen Quellen, so läßt man süßes Wasser aus einem oberen Theile der Formation hinabtreten, um sich mit Salz zu sättigen. Die Salzsoole, welche aus den Schichten des Steinsalzes kommt, springt endlich manchmal über die Bodenoberfläche empor, und man bedarf dann keiner Pumpen.

Als ein Beispiel eines in dem bunten Mergel niedergebrachten Bohrloches theilen wir diejenige von Cossingen im Großherzogthum Luxemburg mit, obschon es nicht vollständig das gesuchte Resultat gewährt hat, sondern weil es in einer ziemlich beträchtlichen Tiefe eine schon salzführende Formation erreicht hat.

Das Bohrloch zu Cossingen wurde am 6. Februar 1837 von einer Brüsseler Gesellschaft unter der Direction der Herrn Rost und Biwer auf Steinsalz oder Salzquellen unternommen, und diese übertrugen die Ausführung dieser Arbeit Herrn Kind, einem ehemaligen Freiberger Bergmann, der noch täglich seinen Ruf der Geschicklichkeit und Sachkenntniß bestätigt.

Die Arbeit bot von vorn herein wenig unangenehme Zufälle und Schwierigkeiten dar; einige Brüche von Bohrstangen und die Verengerung des Durchmessers des Bohrloches im Luxemburger Sandsteine waren die einzigen Ursachen des geringen Aufenthaltes, den man in dieser ersten Periode erfuhr (was die Verengerung des Bohrloches anlangt, so bemerken wir beiläufig, daß man mit Meißelbohrern aus gutem Stahl, deren Schneiden die gehörige Einrichtung haben, diese Unannehmlichkeit gänzlich vermeidet).

Die zweite Periode bot mehr Schwierigkeiten, als die vorhergehende; der Mergel der Keuperformation mit seinen Nieren oder Blöcken von wasserleerem Gyps gab Veranlassung zu schwierigem und zahlreichem Einziehen von Röhren. Es war nicht möglich, unter jeder Sicherheitsröhre viel Grund zu gewinnen, ohne genöthigt zu sein, eine folgende Röhre einzusetzen. Herr Jobard in seiner Mittheilung über die Bohrarbeit von Cossingen sagt nicht, daß man Erweiterungswerkzeuge angewendet habe, um das vielfache Einziehen der Röhren zu vermeiden. Es hat indessen den Anschein, daß man in einem solchen Terrain, wie im Mergel, wo die Adhäsionskraft geringer ist, als im Thon, mit einem und demselben Röhrenstoße stärkere Portionen von fließenden Schichten hätte abschneiden können, als die in der Durchschnittszeichnung des fraglichen Bohrloches angegebenen.

Aus dieser successiven Ineinanderschachtelung von Sicherheitsröhren ergiebt sich eine zu rasche Abnahme des ursprünglichen Durchmessers des Bohrloches bis auf den von 0,m11, und wenn nicht andere, von der Kunst unabhängige Ursachen hinzugetreten wären, um die Arbeit zu unterbrechen, so steht zu vermuthen, daß bei der Fortdaner von Thon und wasserleerem Gyps man ohnehin genöthigt worden wäre, schon wegen der Reduction des Bohrlochdurchmessers allein, die Arbeit aufzugeben. Ich habe die Ueberzeugung, daß sich Herr Kind jetzt besser aus ähnlichen Verlegenheiten zu ziehen wissen würde, aber im Ganzen und besonders bei den Bohrarbeiten vervollkommnet man sich nur durch viele Praxis.

Dieses Bohrloch ist übrigens so schnell, als nur immer möglich, nie-

dergetrieben worden; denn die Tiefe von 535 Metern ist in 3 Jahren erreicht worden und nicht durch Anwendung von Bohrstangen von 5 bis 7 Centimeter ins Gevierte, wie zu Grenelle, sondern bloß mit eisernen Stangen von 0,m025 bis 0,m03, ferner mit hölzernen Stangen, welche durch ein langes Stück Holz, das als Feder wirkte, äquilibrirt wurden, und durch Anwendung des Zwischenstückes mit dem von Herrn von Deynhausen angegebenen Schieber.

Die Springquellen, die in der Steinkohlenformation gefunden werden, sind wenig zahlreich, nicht weil ihre schieferigen Schichten rasche Infiltrationen nicht gestatteten, sondern weil sie häufig unregelmäßig in Räumen von geringerer Erstreckung zusammen gefaltet sind und deßhalb in der Regel nicht ähnliche Behälter, wie die Schichten der oberen Formationen enthalten können. Die Stollen der Grubenbauten bieten verschiedene Beispiele dar, daß Wasser durch Schieferschichten seinen Weg nimmt. Wenn diese Schichten keine Trennungen des Zusammenhanges erführen und, von hohen Linien ausgehend, sich im entgegengesetzten Sinne aufrichteten, so daß sie die Form einer concaven Masse annehmen, die gegen ihre Ränder hin verschlossen ist, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Wasser, welche in gewissen Grubenbauten zufließen, Springquellen abgeben würden, sobald man sie in den Förderschachten emporsteigen lassen wollte.

In seinem Journal über die Bohrarbeiten, welche ich den Director, Herr Ayraud für Rechnung des Herrn von Demidoff im südlichen Rußland ausführen ließ, erwähnt ersterer ein Beispiel von springendem Wasser in der Anthracitformation. Das Wasser kam aus einer Thonschieferschicht, deren Einsinken von der Gegenwart einer Wasseransammlung herrührte und deßhalb ein Aussetzen des Bohrloches mit Röhren nothwendig machte, was bei andern Bohrlöchern, welche in diesem Lande ausgeführt wurden und bei ähnlichen vom Bergbohrer durchsunkenen Schichten sonst nicht der Fall ist.

Die Springquellen von Lille (Nord), deren ich schon gedacht habe, diejenigen des Militair-Hospitals und jene der Esplanade und des allgemeinen Hospitals sind Beispiele von Wasseransammlungen im Uebergangsgebirge; aber ich muß bemerken, um nicht zu gewagten Forschungen in dieser Formation Veranlassung zu geben, daß der zu Lille erlangte Erfolg wahrscheinlich der Localität eigenthümlich ist, und daß in ganz geringer Entfernung von diesem Punkte der Fall eintreten könnte, daß man dieselbe Reihenfolge der Schichten und den kohlenhaltigen Kalkstein anträfe, nicht aber das Wasser, welches letzterer zu Lille und in dessen Umgebung enthält, indem das Uebergangsgebirge dieselben Erschütterungen erfahren hat, als die später auftretende Steinkohlen- oder Anthracitformation, und daß das Wasser hier sehr launisch vertheilt sein muß.

Wir haben keine Beispiele von Springquellen im Urgebirge und verweisen den Leser in Betreff des darüber Gesagten auf den Anfang dieses Capitels.

Fünftes Capitel.

Von den verschiedenen Systemen des Erdbohrens.

Mehrere Systeme des Erdbohrens sind von den ältesten Zeiten an bis auf uns herab in Anwendung gebracht worden, und in dieser letzteren Zeit sind die aufgestellten Systeme von uns und andern Ingenieurs auf mannichfache Weise modificirt worden. Diese verschiedenen Arten können auf folgende Weise klassificirt werden:

1) Chinesisches System, welches in einem schweren Rammbär besteht, der mittelst eines ausdehnbaren Seiles durch Percussion bewegt wird.

2) Das artesische, englische und deutsche System, nach welchem an die Stelle des Seiles eiserne Bohrstangen treten.

3) Das preußische System, welches die starren eisernen Bohrstangen mit hölzernen beschlagenen Bohrstangen verbindet.

4) Das französische System der Société Fréminville, welches in der Anwendung des chinesischen Bohrers am Ende einer Sicherheitsröhre besteht, welche mit dem arbeitenden unteren Theile in das Bohrloch hinabsteigt.

5) Das System mit hohlem Bohrer, der sich in einzelnen Stücken, nach Art der gewöhnlichen Bohrstangen, abschrauben läßt, und in welchem man die Schläge mit Hülfe eines Seiles ausführt. Dieses System unterscheidet sich wesentlich vom vorhergehenden darin, daß die eiserne Säule weiter nichts ist, als eine Reihe von Stangen, die dem Seile zur Leitung dienen, während im ersteren der Röhrenstoß im Bohrloche bleibt, um vor Einstürzen des Erdreiches zu sichern.

6) Das Systeme des Herrn Fauvelle, nach welchem, wie bei dem vorhergehenden, hohle Stangen angewendet werden, um dem arbeitenden Theile des Bohrers so wie auch einer Druckpumpe als Leitung zu dienen, um mit letzterer den anstehenden Bohrsand heraus zu heben.

Ich will jetzt alle diese Systeme der Reihe nach untersuchen, ihre Nachtheile und ihre Vortheile zeigen. Alle können mit Nutzen in gewissen Schichten angewendet werden; manche von ihnen können in andern Schichten keine Anwendung finden.

Chinesisches System.

Das chinesische System ist von Herrn Jobard zu Brüssel begriffen und ausgeführt worden, ebenso auch von Herrn Selligue im Becken von Paris, zu Troyes und noch in andern Gegenden. Die Erfahrung hat genöthigt, auf dieses Verfahren Verzicht zu leisten in allen Formationen, wo dichte Schichten mit lockeren wechsellagern. Der Bohrapparat ist leicht und wohlfeil; aber wenn er gute Dienste leistet im Steinkohlenbecken von Saarbrücken, wo man mächtige und gleichförmige Schichten des rothen

Sandsteins und der Steinkohlenformation durchsinkt, so ist er von keinem Nutzen im tertiären Pariser Becken, in gewissen salzführenden Formationen des Ostens u. s. w.

Eine cylindrische Masse, welche durch Percussion wirkt und bloß durch ein geschmeidiges Seil in der verticalen Linie erhalten wird, kann allerdings kein seiger absteigendes Loch bohren, welches ohne Unebenheiten ist. Wenn das Werkzeug z. B. einem im Mergel liegenden Steinbrocken begegnet, so findet es Leichtigkeit auf der einen Seite, Widerstand auf der andern und bald eine Abweichung, die anfangs unmerklich, später aber beträchtlich wird und ein Aussetzen mit Röhren unmöglich macht, welches wegen des Terrains nöthig werden kann.

Außerdem können Gesteinstrümmern, die vom oberen Theile hinabfallen, das Anhaften des Terrains selbst am Arbeitsstück letzteres auf dem Boden des Bohrloches dergestalt zurückhalten, daß die Anstrengungen, welche man macht, um es heraus zu ziehen, keine andere Wirkung haben, als das Seil zu zerreißen, ein Umstand, wegen dessen man häufig alsdann zum Bohrgestänge seine Zuflucht nehmen muß. Die gleichen Unannehmlichkeiten sind die Veranlassung gewesen, daß man in Frankreich diese Art des Bohrens gänzlich aufgegeben hat.

Die Chinesen bedienten sich, um ihren Rammbär in Bewegung zu setzen, vor alten Zeiten eines einfachen Hebels **A B C** Figur 1, Tafel 5, an dessen Ende c sie ihr am Arbeitsinstrument befestigtes Seil anbrachten; Männer wirkten durch ihr Gewicht auf den großen Arm des Hebels oder zogen ihn an Seilen, um den Rammbär oder das Bohrwerkzeug abwechselnd zu heben oder fallen zu lassen.

Die Einrichtung des Herrn Selligue war sehr sinnreich zusammengesetzt, alle seine Werkzeuge und Maschinen waren mit großer Sorgfalt behandelt; ich beschränke mich hier darauf, die Art der Percussion anzugeben, die er anwendete (Figur 3, Tafel 5). Wie beim chinesischen System, hängt ein Rammbär **j k** am Ende des Seiles, welches über den Hebel **A B D C** läuft, der mit einem Kreisbogen **D e** und einem Zaume mit Druckschraube zur Befestigung des Seiles versehen ist. Ich habe den Rammbär oder vielmehr den untern Theil desselben, wie ihn die Herrn Jobard und Selligue anwenden, nicht genau dargestellt. Der untere Theil bestand nämlich aus einer eisernen Krone, an welcher, mit Hülfe von Vorsteckstiften, Schneiden befestigt wurden, von denen der eine Theil die Gestalt eines Kreisbogens und der andere diejenige einer Halbmesserportion besaß; in der Mitte schloß eine Klinge den Durchmesser des Bohrloches. Einige Werkzeuge waren indessen demjenigen **j k** ähnlich. Der Theil **j** des Rammbäres ist ein Wirbel, den das Seil immer emporzieht, wenn der Rammbär niedergefallen ist, und durch welchen das sogenannte Umsetzen bewirkt wird; in homogenen Schichten ist diese Drehung des Seiles ausreichend, um den Rammbär regelmäßig zu bewegen, indem es ihn immer gleich hoch hebt.

Die Maschine, welche den Bohrer in Bewegung setzt, ist ein einfaches Zahnradvorgelege, dessen großes Rad einen gußeisernen, kreisförmig ausgeschnittenen Rand trägt; ein Knopf **h**, welcher am Seile **A h** sitzt, ist in dieser Auskehlung befestigt und kann einen freien Umlauf machen, bis auf den Raum eines Daumens, den man neben ihm erblickt; in der Figur ist das Werkzeug dargestellt, wie es auf der Sohle des Bohrloches sitzt. Um dasselbe anzuheben, dreht man das Rad in der Richtung des Pfeiles **K**;

ist es im Punkte P angelangt, so hebt sich der Knopf, der nicht mehr von dem Daumen gedrückt wird, und durchläuft, vom Gewichte des Werkzeuges gezogen, den halben Umkreis, welcher demjenigen gegenüber liegt, den ihn der Daumen beschreiben ließ, und letzterer säumt nicht, wieder an den Knopf zu gelangen, auf welche Weise eine Reihenfolge unbegränzter Schläge immer auf dieselbe Weise bewirkt wird.

Das Ausräumen des Loches wird mittelst des Seiles bewerkstelligt, welches über die Scheibe des Bohrgerüstes läuft und sich auf einem dicken Rundbaume aufrollt; dieser Theil des chinesischen Systemes ist auch bei dem meinigen schon seit 15 Jahren angebracht. Ich benutze ihn zum Auslöffeln des flüssigen Sandes und zum Reinigen der mit Röhren ausgesetzten Bohrlöcher, oder solcher, deren feste Theile zu keiner unangenehmen Störung Veranlassung geben können.

Vervollkommnetes artesisches, englisches und deutsches System.

Hier ist das Seil ersetzt durch steife Bohrstangen, welche den ganzen Bohrer bilden, mit welchem man durch Umdrehung ähnliche Arbeitsstücke in Bewegung setzt, wie die Bohrer der Zimmerleute, nur von $0^{m},07$ bis $0^{m},30$ Durchmesser; Schneckenbohrer, Krätzer, Röhren mit Ventilen versehen zum Reinigen des Bohrloches u. s. w. gehören ebenfalls dazu. Die Bohrstangen besaßen zur Zeit ihrer Einführung in Frankreich Stangenschlosse mit Gabel und Zunge (Tafel 1, Figur 1); man hat sie modificirt nach Figur 2, 3, und 19. In Figur 1 hat der männliche und weibliche Theil des Stangenschlosses ebene Flächen und ist befestigt durch zwei Bolzen mit Schraubenmuttern; jede Bohrstange wird auf der Bohrscheibe des Bohrloches durch ein Eisen auf der hohen Kante (Figur 20) getragen, welches man in das Oehr der Bohrstange steckt, die durch diese Oeffnung ohne allen Nutzen geschwächt wird, indem es andere Mittel giebt, um die Bohrstange auf der Bohrscheibe fest zu halten. In Figur 3 sind die beiden mit einander verbundenen Theile jedes Stangenzuges ganz dieselben. In Figur 19 erfolgt die Befestigung mittelst eines Zapfens von ebenen Flächen. Die Figur 2 ist der Figur 1 ganz gleich, bis auf den männlichen und weiblichen Theil, die ein Prisma bilden, in welches an der einen Seite der Kopf des Bolzens und auf der anderen das mit Schraubengewinde versehene Ende dieses Bolzens versenkt ist. Auf diese Weise vermeidet man die Schraubenmutter, die beim Bohren die Wandungen der Sicherheitsröhren leicht beschädigt oder an den Wandungen des Bohrloches sich reibt. Einige Ingenieurs bedienen sich noch fortwährend des Stangenschlosses mit Gabel und Zunge, obgleich es mehrere Nachtheile besitzt, weßhalb es gänzlich verworfen werden sollte, besonders für das Bohrsystem mit Percussion. Ist es bei Bohrlöchern von beträchtlicher Tiefe einige Monate in Gebrauch gewesen, so werden die Verbindungsstellen locker, die Zapfenlöcher oval, die Zapfen zerschnitten und fallen heraus, wodurch die Verbindung der Bohrstangen aufgehoben wird.

Es giebt Umstände, wo ein Bohrer mit solchem Stangenschloß zur Wiederherstellung gewisser Unglücksfälle, zur Erweiterung der Bohrlöcher in gewissen Gebirgsarten sehr große Dienste leistet, weil es in den Stand setzt, die Werkzeuge ohne alle Rücksicht nach rechts oder nach links zu bewegen; aber diese Fälle sind so selten, und die Werkzeuge von verschiedenen Formen können eine solche Einrichtung erhalten, daß man sie ebenso

gut an dem Bohrer mit verschraubtem Stangenschlosse anwenden kann. Ich wenigstens habe die Bohrer mit Zunge und Gabel aufgegeben, und wende nur Bohrstangen mit Schraubenverbindung an.

Ich theile meine Bohrstangen in sechs Klassen, um sie für Bohrlöcher von verschiedenen Tiefen brauchbar zu machen; die kleinsten Erdbohrer sind sehr häufig ausreichend zur Benutzung bei Eisenbahnen, für die Zwecke der Landwirthschaft und für den Archäologen. Ich gebe nachstehend eine Tabelle im Betreff der Größe der Stangenschlosse dieser verschiedenen Bohrer, wie auch der Stärke des Eisens, aus welchem sie gefertigt sind.

Nummer der Klasse	Dicke des Schraubenganges.	Höhe des Schraubenganges.	Totale Höhe des Schraubengewindes.	Seite der Bohrstange.
1	0,056	0,006	0 086	0,045
2	0,049	0,005	0,085	0,042
3	0,048	0,005	0,085	0,037
4	0,040	0,005	0,085	0,033
5	0,036	0,004	0,066	0,031
6	0,029	0,004	0,055	0,029

Der Erdbohrer mit steifem Gestänge für irgend eine Tiefe wird durch Drehung oder durch Percussion, je nach der zu durchsinkenden Gebirgsart, in Bewegung gesetzt; einige Ingenieurs wenden nur die erste Art an, wie hart auch das Gestein sein möge; ich zweifele, daß sie dabei ihren Vortheil finden, und meine Ungläubigkeit kann durch ein sehr einfaches Beispiel leicht erklärt werden. Gehärteter Stahl und Eisen wird auf Schleifsteinen polirt und angegriffen, und diese sind in der Regel nichts anderes als kieselerdehaltige, körnige Sandgesteine; die Stücke, welche man dem Schleifsteine darbietet, werden um desto schneller abgenutzt, je geschwinder die Bewegung des letztern ist, und umgekehrt. Aber der Schleifstein bringt keine Wirkung, ohne eignen Aufwand hervor, und wird also unter denselben Bedingungen ebenfalls abgenutzt. Der Verlust, den er an seiner eignen Substanz erfährt, steht häufig im Verhältnisse mit demjenigen, welche die ihm dargebotenen Stücke erfahren. Was nun vorgeht während der Wirkung eines Werkzeuges, welches mehrere tausend Kilogramme eiserner Bohrstangen trägt, in Bezug auf das kieselerdehaltige Gestein, ist ohne Zweifel nicht ganz identisch mit dem, was ich über die Wirkung eines Schleifsteines auf das Metall gesagt habe, weil dieses enorme Gewicht bewirkt, daß das Werkzeug das Gestein streift und während des Drehens Splitter ablöst; besitzt aber dieses Gestein sehr feine, durch einen harten Kitt vereinigte Kieselkörner, — und es giebt viele solche Gesteine, — so wird es in weit kleinern Bruchstücken von dem Werkzeug abgelöst, und man wird ohne Zweifel vielmals die Bohrspitzen verschiedener Formen erneuern müssen, um das Durchbohren des Gesteines zu vollenden.

Abgesehen von den harten Kieselgesteinen, die nur mit großem Zeitaufwand durch Drehen des Bohrwerkzeugs durchsunken werden dürften, giebt es auch Sand, den man durch dieses Verfahren nicht durchdringen kann. Obgleich dieses sonderbar klingt, so kann ich doch versichern, daß es trockenen Quarzsand giebt, den man mit keinem Bohrer, welche Form er auch haben möge, mit keinem Sandlöffel, er sei sphärisch und mit Schmir-

gel ausgeschliffen, flach oder linsenförmig und mit einem schweren Gewichte belastet, zu Tage fördern kann. Mit allen diesen Werkzeugen dringt man in diesen Sand nur einige Centimeter tief ein, und das Werkzeug fördert nicht einmal alles zu Tage, was es ergriffen hat; man ersetze dagegen den Bohrer oder den Sandlöffel durch einen einfachen Meißelbohrer, wobei man einige Thonkugeln, wie man es früher zu thun pflegte, in's Bohrloch wirft, und man wird in demselben Sande in einem Tage mehrere Metres tief bohren.

Ich habe die Ueberzeugung, daß das einzige Mittel, den größten Theil der Gebirgsarten energisch anzugreifen, in der Percussion gegeben ist, deren Nachtheile ich jetzt bezeichnen will und ebenso auch die mehr oder weniger vollkommenen Mittel, mit denen man diesen Nachtheilen begegnet. Zuvor will ich aber die verschiedenen Arten angeben, wie man das Niederfallen des Meißelbohrers auf die Gesteine oder andere Gebirgsarten bewerkstelligt.

Die älteste und zu gleicher Zeit die schlechteste Maschine, deren ich mich bedient habe (Figur 4, Tafel 5), bestand aus einem einfachen Zahnradvorgelege, welches durch zwei Kurbeln in Bewegung gesetzt wurde, und dessen Rad mit einer Zahnstange von zwei bis drei Meter Höhe im Eingriff stand, die der Sicherheit halber von einem Tau getragen wurde, welches über eine Scheibe lief, und diese Zahnstange trug an ihrem unteren Ende ein Stangenschloß, durch welches das ganze Bohrgestänge mit ihr in Verbindung stand, das unten mit dem Meißelbohrer u. s. w. armirt war. Das Vorgelege war nur an einem Theile seines Umfanges mit Zähnen versehen, so daß wenn der Erdbohrer in dem Augenblicke empor gehoben war, wo das Vorgelege dem Rade seinen unverzahnten Theil darbot, derselbe mit seinem ganzen Gewicht auf das Gestein niederfiel. Die Zahnstange bewegte sich geradlinig auf zwei Frictionsrädern, die an der Hinterseite des Rahmens der Maschine angebracht waren; aber das Rad und das Vorgelege erfuhren demungeachtet zahlreiche und heftige Stöße, die jeden Augenblick den Bruch der Zähne und folglich die Einstellung der Arbeit herbeiführten, um die Maschine wieder auszubessern.

Ein anderes weniger gefährliches Mittel, als das vorhergehende, dabei aber auch weniger energisch wirkend, bestand aus einem großen Hebel **B D e f f** (Figur 2, Tafel 5), welcher im Punkte **B** in einem Galgen **A** festgehalten wurde, und in **D** auf einem Gestell **c** ruhte; der Erdbohrer war in **e** mittelst eines Zapfenbandes mit Vorsteckstift **G** befestigt, und die Arbeiter wendeten ihre Kraft in **f f** u. s. w. an Querstäben aus. Der Unterstützungspunkt **D** war durch die Erfahrung so bestimmt, daß die Elasticität des Theiles **D e** im Stande war, das Gewicht des ganzen Erdbohrers zu heben, und daß die Arbeiter ihn fallen ließen und weiter nichts zu überwinden hatten, als die erwähnte Elasticität. Aber es fehlte noch viel, ehe der Schlag demjenigen gleich kam, welcher durch die eigentliche Schwere bewirkt wurde, und auch die Geschwindigkeit war bei Weitem nicht diejenige, die in andern Fällen durch die Höhe des Niederfallens bewirkt wurde. Das geringe Resultat, welches ich mit diesem System erlangte, bestimmte mich, es gänzlich aufzugeben; ich habe oft dem einfachen Schwengel (Figur 1, Tafel 5) den Vorzug gegeben, mit welchem ich einen Schlag erlangte, dessen Nutzeffect dem Gewichte des Bohrers, minus der Arbeit des gezogenen Theiles **B A**, gleich kam; ich komme auf dieses einfache Ver-

fahren für geringe Tiefen zurück und wenn ich nicht die gewöhnlichen bequemeren Maschinen bei der Hand habe.

Bei den drei folgenden Verfahrungsarten (Figur 5, 6 und 7, Tafel 5) wendet man den Haspel zum Schlagen an: a, Figur 5, ist das Vorgelege, bb das große Rad, C sein Rundbaum, auf welchen sich das Tau des Bohrgerüstes, welches den Bohrer an seinem anderen Ende trägt, aufwickelt und an einem Haken befestigt. Neben diesem Tau befestigt man auch das Ende eines Seiles, welches sich abrollt, wenn ersteres sich aufrollt und den Bohrer hebt; das Ende dieses Seiles ist in D befestigt und ist ausgespannt, wenn der Bohrer gehoben ist; sobald man das Vorgelege ausrückt, so rollt sich das Tau, welches durch den Bohrer in's Bohrloch gezogen wird, ab, während das Seil sich aufrollt und die gänzliche Abwickelung des Taues vermeidet. Das aufgerollte Seil erfährt einen Stoß, durch welchen der Rundbaum in einer dem Fall entgegengesetzten Richtung bewegt wird, und das Tau nöthigt, sich allein aufzurollen; hier findet nun ein Anhaltepunkt statt, den man benutzt, um das Vorgelege einzurücken u. s. w.

Diese Art zu schlagen hat den Uebelstand, daß sie sehr langsam ist und dabei das Tauwerk und die Verzahnungen stark abnutzt.

Die Figur 6 giebt ein dem vorherigen ähnliches Verfahren an, dessen ich mich noch manchmal in Fällen bediene, wo es sich nöthig macht, den Bohrer unregelmäßig anzuheben, wenn man z. B. bei einer Tiefe von 20 bis 30 Metern das Bohrloch erweitert, oder beim Bohren mit dem gewöhnlichen Durchmesser an den Bohrlochswandungen Unebenheiten zurückgelassen hat. Da man in solchen Fällen den Meißelbohrer oder das Erweiterungswerkzeug um 0,m50 oder 0,m60 über die Bohrlochsohle heben muß, und da eine solche Fallhöhe unfehlbar den Bruch des Bohrers herbeiführen würde, wenn man letzteren seiner Schwere überlassen wollte, so vermeidet man dieses mittelst des Taues D, Figur 6, welches zwei oder drei Mal um den Rundbaum des Haspels geschlagen ist und am Kraftende des Schwengels befestigt wird; ein in D angestellter Arbeiter zieht an dem Tau, hebt den Bohrer und läßt ihn um die nöthige Quantität niederfallen; ja er kann ihn sogar über der Bohrlochsohle erhalten, wenn dieses von Nutzen ist. Mit diesem System der Percussion nutzt man das Tauwerk stark ab, besonders wenn der Bohrer nach jedem Schlage nicht bis auf die Bohrlochsohle niederfallen darf; man kann das Tauwerk durch eine Kette von 0,m015 bis 0,m018 für eine Tiefe von 150 bis 200 Metern und darüber ersetzen, indem man den Schwengel des Bohrgerüstes so einrichtet, daß seine Kraft dieselbe bleibt. Die Kette nutzt sich ebenso schnell durch die Reibung ab, die sie auf einem gußeisernen Rundbaume oder auf einem hölzernen mit Blechstreifen beschlagenen erfährt. Am Wenigsten wird noch die Kette abgenutzt, wenn man sie auf Holz gleiten läßt. Man richtet für diesen Zweck einen Theil des Rundbaumes so ein, daß er zwei Halbkronen aus Ulmenholz oder aus einem anderen noch härteren Holze bekommt, die man durch neue ersetzt, sobald sie abgenutzt sind.

Die Schlagevorrichtung mittelst des Schnellers (Figur 7, Tafel 5) ist nicht mehr in meinen Arbeitsstätten gebräuchlich, weil sie häufig Stangenbrüche verursacht. Das Seil, welches über die Leitscheibe läuft und sich auf dem Rundbaume des Haspels aufwickelt, hängt an einem Sförmigen Haken und an diesem der Ring des Zapfenbandes des Schnellers

oder des kleinen Hebels efg; der krumme Theil fe, welcher den kleinen Hebelarm bildet, hängt sich in den Bohrwirbel. Mit Hülfe des Haspels hebt man nun den Bohrer um die bestimmte Quantität, alsdann überläßt man ihn seiner Schwere und allen seinen Schwankungen, indem man an dem Seile h zieht, um den Haken ef aus dem Bohrwirbel zu lösen, in welchen man ihn wieder einhängt, nachdem man den Haspel in entgegengesetzter Richtung gedreht hat, damit das Seil und der an demselben befestigte Schneller niedersteige.

Schlagvorrichtung mittelst eines Rades mit Wellfüßen oder Hebedaumen (Fig. 8, 9 und 10, Tafel 5.).

Für eine regelmäßige Schlagevorrichtung auf hartem Gestein ist ein Rad mit zwei oder drei Wellfüßen oder besser noch ein Stiften- oder Zapfenrad, das einen Schwengel niederdrückt, der seine abwechselnde Bewegung dem Bohrer mittheilt, die zweckmäßigste von mir in Anwendung gebrachte Vorrichtung. Diese Art des Schlagens wird weiter unten ausführlich erörtert werden.

Wie man aus Figur 10 ersieht, sind die drei Wellfüße sammt einem gußeisernen Kranz aus dem Ganzen gegossen; in D tritt der Zapfen des Rundbaumes ein, und der Theil A des Kranzes nimmt den Rundbaum selbst auf, wenn er aus Holz ist; wird aber ein gußeiserner Rundbaum angewendet, so vermeidet man diesen Theil und befestigt die Wellfüße am Absatze des Rundbaumes.

Wird der Schwengel durch ein Zapfenrad in Bewegung gesetzt, so muß dieses die Form derselben Curve, wie die Wellfüße annehmen.

Schlagevorrichtung mittelst des Ausrückehebels (Figur 11 und 12, Tafel 5.).

Durch diese Art der Percussion habe ich in mildem Erdreich das Tauwerk in den Systemen Figur 5 und 6 ersetzt. Es sei a und b Figur 11 das Rad und das Getriebe oder Vorgelege und c der Rundbaum; an seinem Ende sitzt eine gußeiserne Leerrolle DD' Figur 12, versehen mit einem hervortretenden Schneckengewinde EE', und am andern Ende befindet sich ein Zapfenloch lm, in welches in das Gußeisen hinein ein Knopf geschranbt ist; diese Leerrolle ist, um leicht zu sein, sechsfach gefenstert, welche Oeffnungen die Zähne eines Ausrückemuffes, der an der Seite der Rolle sitzt und sich auf zwei Rippen bewegt, aufnehmen. Der Hebel, welcher diese Ausrückevorrichtung in Bewegung setzt, ist in einem Zapfenbande befestigt, welches am Haspelgestell angebracht ist.

In dem Raume, welchen das Schneckengewinde EE' übrig läßt, was das Aufrollen einer Gelenkkette erleichtern soll, ist letztere mittelst zweier Bolzen befestigt, die im massiven gußeisernen Theile sitzen, der zwischen zwei Fenstern PP liegt; das Ende der Gelenkkette hängt mittelst eines Hakens an der hinteren Stange des Bohrschwengels.

Wenn man die Kette einhängt, um die Bohrarbeit zu beginnen, so läßt man ungefähr einen halben Umgang derselben auf der Rolle und rückt den Muff mittelst des Hebels fG Figur 11 ein, den der Bohrmeister handhabt, indem er mittelst eines Seiles, welches er an der Schlinge h hält, während er am Bohrloche steht, den Hebel regiert. Wenn der Bohrer hinlänglich gehoben ist, so zieht er den Hebel an, um den Muff auszurücken, und der Bohrer fällt alsdann nieder, indem er die Kette abrollt;

während des Schlages hält man den Muff ausgerückt; nach dem Schlage überläßt man den Hebel einem Gegengewichte, welches ihn mit Hülfe eines über eine Rolle laufenden und auch in G befestigten Seiles anzieht, um ihn von Neuem einzurücken.

Wenn der Bohrer fällt, so zieht er die Kette, so weit sie aufgerollt war, nach sich und auch noch die halbe Tour derselben, welche sich auf der Rolle befand; die Rolle würde ihre Bewegung fortsetzen und die Kette in entgegengesetzter Richtung anziehen, wenn sich nicht ein zweites Gegengewicht von 25 Kilogr. dem widersetzte. Im Einschnitte lm Figur 12 sitzt das Oehr eines doppelten Riemens aus starkem Leder und wird fest gehalten von dem Bolzen, der ihn im Zustande der Ruhe durchsetzt; dieser Riemen ist auch um eine halbe Tour über die Rolle geschlagen und zwar in der Art, daß er sich auf dieselbe rollt, wenn die Kette sich abrollt, und umgekehrt. Der Riemen hat bloß zwei Meter Länge und wird verlängert durch ein Seil, welches über eine kleine Rolle läuft und durch ein Gegengewicht von 20 bis 25 Kilogr. in Spannung erhalten wird. Wenn nach jedem Schlag die Kette sich über die in Reserve gelassene halbe Tour hinaus abzurollen und ihren Befestigungspunkt an der Rolle zu erschüttern strebt, so widersetzt sich das Gegengewicht diesem Uebelstande, indem es die Rolle in entgegengesetzter Richtung zieht.

Diese Art des Schlagens ist hauptsächlich in mürbem oder in Erdreich von mittlerer Härte in Bohrlöchern von 100 bis 200 Meter Tiefe anwendbar, wo der Bohrer von 0,m12 bis 0,m60 oder 1 Meter und manchmal bis 1,m50 gehoben werden muß. Für hartes Gestein, wo die Fallhöhe nicht sehr beträchtlich ist und die Schläge so zahlreich als möglich sein müssen, verdient das Rad mit Wellfüßen oder das Zapfenrad den Vorzug; man führt mit diesem und mit Hülfe einer Dampfmaschine 50 bis 60 Schläge in der Minute aus.

Meine neuesten Haspel sind mit beiden Systemen versehen, d. h. mit dem Rade mit Wellfüßen und mit der Ausrückevorrichtung, so daß der Bohrmeister die Art des Schlagens, je nach der Beschaffenheit des zu durchsinkenden Gebirges, immer verändern kann.

Die Anwendung einer Dampfmaschine ist nur dann von Nutzen, wenn durch sie die Handarbeit, sowohl hinsichtlich des Schlagens, als des Anhebens des Bohrers, vermindert wird; die Transmission der Bewegung der Dampfmaschine auf den Bohrer wird in diesen beiden Fällen durch gewöhnliche Haspel von großen Dimensionen vermittelt; aber wie einfach auch die an letzteren anzubringenden Veränderungen sind, um die ganze Wirkung der Maschine nutzbar zu machen, so sind doch die daraus entspringenden Kosten ziemlich beträchtlich, und ich wende sie nur an bei wichtigen Bohrarbeiten und von langer Dauer.

Handelte es sich nur um die Bewegung des Schlagens, so würde das Ganze der Maschine weniger verwickelt sein; ohne Rundbaum, ohne Wellfüße oder ohne Ausrückevorrichtung reducirt sie sich dann auf einen einfachen Dampfcylinder Figur 13, Tafel 5, dessen Kolbenstange in f an die Hebelstange der Schlagevorrichtung befestigt ist, oder auch an die Kette des Bohrgerüstes, während der Bohrer, wie in den vorhergehenden Fällen, am Lasttheile des Schwengels oder an dem anderen Ende der Kette befestigt ist; ein Hahn mit vier Oeffnungen leitet den Dampf auf den Kolben des Cylinders, und der Bohrer wird um eine Höhe gehoben, die

man willkürlich durch Verschließung der Zutrittsröhre mittelst eines am Hahn angebrachten Schlüssels C, D beschränkt; in demselben Augenblick correspondirt die gegenüber liegende Oeffnung, welche den Dampf ableitet, mit dem Hahn, und der Bohrer fällt mit seinem ganzen Gewicht auf die Sohle des Bohrloches; der für diesen Zweck anzuwendende Kolben muß im Verhältniß zu seinem Durchmesser länger als gewöhnlich sein, damit der Bohrer um seinen höchsten Betrag gehoben werden könne, ohne bei kleinen Tiefen des Bohrloches einen Schwengel nöthig zu machen, dessen längerer Arm auf der Seite des Bohrers, statt an derjenigen Seite sein würde, wo die Kraft einwirkt. Bei 100 Meter Tiefe z. B. hebt man in mürbem Erdreich den Bohrer um 1 Meter bis 0,m50; häufig beträgt im Anfange, wenn die Bohrspitze sich noch nicht weit von der Oberfläche entfernt hat, die Hubhöhe wohl 1,m50. Für die Geschwindigkeit der Bewegung und um keine Zeit mit Schwengelvorrichtungen zu verlieren, ist es gut, wenn die Maschine so mächtig ist, daß sie diese Hubhöhe direct und ungefähr 50 Mal in der Minute hervorbringt. Ein Dampfcylinder von 5 Pferdekräften würde ungefähr bei einer Tiefe von 100 Metern, dieses Resultat ergeben; für größere Tiefen würde man noch den Schwengel npr anwenden müssen, mit welchem man übrigens ein ziemlich dem ersteren gleiches Resultat erlangen würde; denn in dem Verhältniß, in welchem die Luft des Bohrers zunimmt, muß die Höhe des Falles abnehmen.

Man giebt auch noch deßwegen dem Cylinder größere Länge, um die Kolbenstöße zu vermeiden, und deßhalb bringt man bei a eine Oeffnung an, die sich am Ende des Kolbenlaufes befindet und aus welcher ein Theil des Dampfes entweicht, während der andere durch die Ausgangsöffnung entweicht, sobald sie ihm durch den Hahnschlüssel geöffnet wird. Dieses System ist nur in einigen Ausnahmefällen mit Vortheil anwendbar; denn es liegt auf der Hand, daß, wenn ich den Dampf für meine Rechnung benutze, ich mich nicht darauf beschränke, ihn für die Schlagbewegung des Bohrers allein zu benutzen, sondern überhaupt um sowohl beim Anheben des Bohrers, als beim Schlagen mit demselben, Arbeiter zu ersparen, während ein einfacher Dampfcylinder, der während des Schlagens aus einen Arbeiter am Hahn und einen anderen am Bohrkrückel nothwendig macht, der erforderlichen Arbeiter zum Anheben und Einhängen des Bohrers nicht überhebt. Der Fall der Anwendung des Dampfcylinders bietet sich dar, wenn die Bohrarbeit in einer Manufactur vorgenommen wird, welche von einer Zeit zur andern einen kleinen Theil ihres Dampfes abgeben kann, und wenn außerdem das Bohren nicht lange Zeit dauern soll. Wenn der Eigenthümer mit mir auf Tagezeiten accordirt hat, so wird es für ihn vortheilhaft sein, die geringen Kosten der Stücke zu tragen, von welchen hier die Rede ist, weil die Zahl der Bohrerschläge unter solchen Verhältnissen und beim gewöhnlichen Bohren sich zu einander verhält wie 50 oder 60 zu 15 oder 20.

Wenn der Eigenthümer mir einen Theil der Dampfkraft seiner Manufactur überläßt und auf seine Kosten die Transmission der Bewegung des Bohrers herstellt, so bringe ich ihm die daraus hervorgehende Ersparniß an Handarbeit in Rechnung; aber ich kann nicht für meine Rechnung die Kosten der gedachten Transmission übernehmen, weil in den meisten Fällen die verschiedenen Stücke des Mechanismus auf andere Weise nicht

benutzt werden können und von mir in's alte Eisen geworfen werden müssen.

Wenn das Bohrloch eine bedeutende Tiefe erreicht hat, so kann man den Bohrer, wegen des Gewichtes der Bohrstangen, nicht mehr schlagweise wirken lassen, und dennoch giebt es kein anderes Mittel, um hartes Gestein zu durchsinken; man läuft dann Gefahr, den Bohrer häufig zu zerbrechen. Will man außerdem den Bohrer schlagweise anwenden, indem man ihn 0,^{m}08 bis 0,^{m}10 hebt und niederfallen läßt, so erfährt er zwischen jedem Schlage eine zitternde Bewegung, wobei die Bohrstangen gewaltig gegen die Wände des Bohrloches schlagen. Wenn nun diese schwingende Bewegung sich 12 bis 15 tausend Mal während eines Tages und während mehrerer Monate wiederholt, so werden dadurch die Isolirungsröhren ruinirt und, für den Fall, daß das Bohrloch nicht mit Röhren ausgesetzt ist, ersteres in den milderen Theilen des Erdreiches zu einem Oval ausgebildet, auch werden zugleich Einstürze herbeigeführt, deren Bruchstücke manchmal keilartig auf die Arbeitsstücke wirken, so daß der Bohrer in Folge der nöthigen Anstrengung beim Anheben desselben zerbricht.

Der preußische Oberbergrath v. Oeynhausen hat diesen Uebelständen durch ein eigenthümliches Wechselstück des Bohrers in einem gewissen Theile seiner Länge und zwar mittelst eines Schiebers oder einer Büchse abgeholfen, in welcher der obere Theil des Bohrers auf und abgeht, ohne an dem Schlageffect Theil zu nehmen, indem er keine andere Function hat, als den unteren Theil zu heben. Der obere Theil wird äquilibrirt durch die Elasticität eines ähnlichen Schwengels, wie in Figur 2, Tafel 5, den ich durch eine Art römischer Schnellwage ersetzt habe, wodurch ich auch das Bewegungsgewicht des ganzen schwingenden Theiles des Bohrers oberhalb des Schiebers beseitige, welcher Theil auf diese Weise alle schwingende Bewegung verliert; aber ein Uebelstand, den ich sogleich näher bezeichnen werde, hat mich bewogen, ein anderes System aufzusuchen.

Preußisches System. Das Bohren mittelst des Wechselstückes des Oberbergraths v. Oeynhausen.

In diesem Systeme beabsichtigt man, die bewegende Last, welche aus dem Meißelbohrer und sechs oder acht darüber befindlichen Bohrstangen besteht, von dem übrigen Theile des Bohrers zu trennen, den man so leicht als möglich und deßhalb manchmal aus Holz darstellt. Diese beiden Bohrertheile werden getrennt durch den Schieber t X Fig. 8, der folgende Einrichtung hat: eine Stange von 3 bis 4 Centimeter in's Gevierte, mit einem Gestämme versehen und weiter oben mit einem gewöhnlichen Stangenschloß zur Verbindung mit der darüber befindlichen Bohrstange, bewegt sich auf und ab in einer Büchse Y, wo sie eingeschlossen wird von zwei an den beiden äußeren Seiten fest genieteten Stücken. An diesen beiden Stücken hängt der ganze untere Theil des Bohrers, und sie berühren die Schieberstange, während ihr Gestemme V mit ihrer Stoßscheibe Z gleichsam in Berührung tritt. Für dieses Bohrwerkzeug, sowie für die mit Eisen beschlagenen hölzernen Bohrstangen habe ich im Jahre 1841 ein Einführungs- und Vervollkommnungspatent genommen; dem elastischen Stücke des Hr. v. Oeynhausen habe ich die römische Schnellwage BAc substituirt, deren Zweck darauf berechnet ist, den ganzen hölzernen, über

dem Schieber befindlichen Theil des Bohrers zu äquilibriren. Der so eingerichtete Bohrer wird dann durch meine gewöhnlichen Maschinen in Bewegung gesetzt.

An Ende des Schwengels BAc, der sich in A auf einem starken Bock bewegt und dessen Ende in einem Galgen spielt, durch welchen ein Bolzen Q läuft, um den Schwengel zu tragen, wenn er nicht in Thätigkeit ist, bemerkt man eine Platte P an zwei Schlingen aufgehangen; auf diese Weise bringt man eine solche Belastung, um den über dem Schieber befindlichen Theil des Bohrers in der Art zu äquilibriren, daß er durch das Gewicht eines Arbeiters niederbewegt werden kann. In dieser Lage der Dinge befindet sich der Schieber ganz emporgezogen und hängt, obschon ganz leicht, unter der Stoßscheibe Z. Das Ende des Schwengels ist beschlagen und von einem Bolzen durchsetzt, um zu verhindern, daß das Bohrgestänge aus dem Schlitze entweiche, in welchem es sich gleichzeitig mit dem Schwengel bewegt. Unter dem Schwengel trägt die Bohrstange einen Wirbel, so daß man den Bohrer drehen kann, ohne die Krampe d mit umzudrehen, deren Reibung auf dem Schwengel dieser Bewegung einen starken Widerstand entgegensetzen würde. Endlich ist der Bohrwirbel mit dem oberen Schwengel durch die gewöhnlichen Mittel verbunden, und letzterer wird durch ein Zapfenrad oder durch ein Rad mit Wellfüßen auf die Weise in Bewegung setzt, daß ein dritter Schwengel jK niedergedrückt wird, der mit dem oberen Schwengel durch eine Stange Gb verbunden ist, welche in ein mit nahe an einander liegenden Löchern durchbohrtes Zapfenband endet, die wiederum vollkommen den Löchern einer Zunge entsprechen, welche in j ihre Befestigung findet und im Zapfenbande so hoch oder so tief gestellt werden kann, als der Fall des Bohrers es erheischt. Ein Zapfen mit Vorsteckstift verbindet das Zapfenband mit der Zunge. Der untere Schwengel ist in K, einem gußeisernen Zapfenbande, beweglich, welches in dem Ständer lM, durch eine Widerlage N gestützt wird, gut befestigt ist.

Das Zahnrad wird bloß durch ein Getriebe, was ich nicht angegeben habe, in Bewegung gesetzt; vier oder sechs Zapfen sind zwischen seinem Felgenkranze und einem anderen Kranze, der einem Rade ohne Verzahnung ähnlich ist, befestigt. So oft nun einer dieser Zapfen aus dem Kreise tritt, den das Ende des Schwengels jK beschreibt, so steigt letzterer empor, indem er dem Impulse des oberen Schwengels eG im Bohrgerüste folgt, der selbst durch das Gewicht des Bohrers unterhalb des Wechselstückes in Bewegung gesetzt wird. Der obere Theil des Bohrers äußert keine Wirkung auf den oberen Schwengel, weil dieser Theil durch den Schwengel ABc äquilibrirt wird. Nach dem Schlag erhebt sich der obere Theil des Bohrers durch die lebende Kraft, welche das auf der Wageplatte liegende Gewicht auf ihn ausübt, und die Schieberstange durchläuft den verticalen Raum X in der Büchse, ohne jedoch an die Stoßplatte zu stoßen. Hieraus ergiebt sich, daß der ganze obere Theil des Bohrers keinen Stoß erfährt und keiner Schwankung unterliegt; nur der untere Theil erfährt diese Unannehmlichkeit, die aber wegen seiner geringen Länge kaum in Betracht gezogen zu werden braucht.

Nun noch ein Wort über die Uebelstände dieses Systems: wenn der ganze Bohrer ohne allen Rückhalt seinem Gewichte überlassen wird, so ergiebt sich sein Nutzeffect aus seinem Gewichte, multiplicirt mit der Höhe

seines Falles; seine Leistung erreicht dann den höchst möglichen Grad und ist gleich seiner ganzen Masse, multiplicirt mit der Hälfte des Quadrates seiner Geschwindigkeit, oder mit andern Worten, gleich der halben lebenden Kraft, welche er in der Bewegung erlangt hat, die durch seinen Fall erzeugt wird.

Wenn dagegen ein Theil des Bohrgewichtes äquilibrirt wird, wie verhält sich die Sache alsdann? Es fällt alsdann der übrige Theil des Bohrers nicht vermöge seines Gewichtes; denn wenn die gedachte Aequilibrirvorrichtung die bewegende Last z. B. um $\frac{3}{5}$ vermindert, so bringt sie nicht die Wirkung hervor, die bewegende Last um $\frac{3}{5}$ zu vermindern und den übrigen Theil seiner eignen Schwerkraft zu überlassen. Es ist einleuchtend, daß in diesen beiden Fällen die Geschwindigkeit mit der Höhe des Falles ebenso, wie bei schweren und leichten Körpern, dieselbe sein würde. Sobald ein Gewicht, wie beträchtlich es auch sein möge, genöthigt ist, in seinem Falle eine gewisse Arbeit zu verrichten, so nimmt offenbar seine Geschwindigkeit ab und ist nicht mehr diejenige der gleichförmig beschleunigten Bewegung, ja die Arbeit, für welche dieses Gewicht bestimmt ist, wird sogar verändert. Man kann also sagen, daß der hervorgebrachte Effect um desto größer sein werde, je geringer das äquilibrirende Gewicht ist. Hieraus nun ergiebt sich die Nothwendigkeit für den ganzen äquilibrirten Theil des Bohrers, nur äußerst leichte Bohrstangen anzuwenden. Aus diesem Grunde sind auch bei der Bohrarbeit zu Cossingen unter der Leitung des Hrn. Kind und auf seinen Rath hölzerne Bohrstangen von Hrn. Biber angewendet worden. Aber welche Vorsichtsmaßregeln man auch bei solchen Bohrstangen anwenden möge, so brechen sie doch häufig, sobald der Bohrer gewaltsam emporgehoben werden muß; die lebende Kraft des äquilibrirenden Gewichtes **P**, wenn es nach dem Schlage den Schieber hart gegen die Stoßscheibe stoßen läßt, ist schon ausreichend, einen solchen Bruch herbeizuführen.

Abgesehen von der Verminderung im Nutzeffect, welche bewirkt wird durch die Theilnahme der Last **P** am Falle des unteren Bohrertheiles, so führen die hölzernen Bohrstangen durch ihre Form noch andere Verminderungen herbei. Diese Stangen sind zwar ganz, wie die gewöhnlichen Bohrstangen, durch Stangenschlosse mit Schraubengewinden unter einander verbunden, aber das Holz dieser Stangen muß, um einige Festigkeit zu gewähren, an jedem Stangenschlosse einen Durchmesser von 0,m9 bis 0,m10 haben; die Differenz der Dicke des Stangenschlosses und der hölzernen Stange selbst erzeugt also einen vortretenden Bund der zum wahren Fallschirme wird und dem Falle des Bohrers entgegenwirkt. Diese widerstandleistenden Oberflächen, welche, je nach der Tiefe des Bohrloches, der Zahl nach 20 bis 50 betragen, sind eine sehr wichtige Ursache der Schwächung des Schlages, abgesehen von der Reibung, die sie, bei ihrem Mangel an Geradlinigkeit, an den Wandungen ausüben.

Ich sagte weiter oben, daß der Stoß, den der Schieber erfährt, wenn er den höchsten Theil seines Laufes erreicht, die Stangen zerbrechen oder sie vielmehr aus den Stangenschlossen reißen könne. Dagegen wird man einwenden, daß sich dieser Uebelstand durch angemessenes Aequilibriren des oberen Bohrertheiles vermeiden lasse; aber die Brüche werden demungeachtet nicht weniger häufig vorkommen in einer Gebirgsart, wo der Bohrer von den Bruchstücken oder in Gesteinsspalten eingeklemmt wird. Ein

anderer Uebelstand schwacher hölzerner Bohrstangen liegt darin, daß sie keinen gewaltsamen Zug aushalten können, der doch beim Bohren so häufig vorzukommen pflegt. Sie gewähren indessen den Vortheil, daß wenn der Bohrer beim Anheben entweder durch Zerreißung der Kette, oder durch den Bruch des Stangenhakens in's Bohrloch hinabstürzt, sie die Geschwindigkeit des Sturzes vermindern und den Bruch des Bohrers verhindern, während bei steifen Bohrstangen vielfache Fälle von Brüchen ein Bündel von Bohrstangen auf der Sohle des Bohrloches bilden und die Wiederherstellung dieser Unglücksfälle langwierig und kostspielig machen. Weiter unten werde ich die Form der Laternen und Fallschirme angeben, die ich in Anwendung gebracht habe, um bei Bohrlöchern von beträchtlicher Tiefe und großem Durchmesser diesem Mißgeschick vorzubeugen.

In einer homogenen Gebirgsart thut man besser, über dem Wechselstücke des Schiebers leichte eiserne Bohrstangen von 0,m025 bis 0,m030 in's Gevierte aufzusetzen; die Steifheit ist bei Stangen von 0,m025 in's Gevierte z. B. nicht größer, als bei hölzernen Stangen, aber man ist doch wenigstens im Stande, den Bohrer wieder frei zu machen, wenn er im Tiefsten eingeklemmt ist. Solche Stangen habe ich denn auch angewendet und mich sehr gut dabei gestanden.

Meine hölzernen Bohrstangen haben 7 Meter Länge (siehe Figur 13 und 14, Tafel 1) und sind mit dem Schieber in hartem und homogenem Gebirge anwendbar, zu dessen Durchsinken man beständig schlagen muß; noch anwendbarer sind sie bei tiefen Bohrlöchern, wenn man sie mit zwei oder drei schweren eisernen Bohrstangen, für den unteren Theil des Bohrers, anwendet.

Diese Stangen werden durch gewöhnliche Stangenschlosse dritter Stärke mit Schraubengewinden unter einander verbunden. Das Stangenschloß **ABCD** hat einen cylindrischen Theil **BC**, der in die Zunge **CD** ausläuft, welche in die gespaltene Stange eintritt; eine Eisenblechscheide **ffff** umgiebt das Ganze und schlägt sich auf die Ausladung des cylindrischen Theiles um; sie befestigt das Schloß durch Bolzen mit Nietnägelköpfen in transversaler Richtung; zwei Eisenbänder **hh**, in der Länge der Stange angelegt, verhindern die Abnutzung des Holzes.

Die hölzernen Stangen des Hrn. Kind (Figur 15) sind weit leichter als die meinigen; ihre Verbindung wird bewerkstelligt durch zwei Schraubenmuttern **abba**, die durch eine kleine Stange **D** mit zwei männlichen Schrauben verbunden werden. Eine konische Blechscheide bedeckt das Holz und reicht bis zur Ausladung über der Schraubenmutter; die Stange ist in **aC** gespalten, um einen hölzernen Keil aufzunehmen, den man mit der Schraubenmutter eintreibt, und welcher den beiden getrennten Holztheilen die Gestalt der konischen Blechscheide in der Art annehmen läßt, daß dieselbe nicht mehr abgenommen werden kann. Die Schraubenmutter ist mit der Scheide durch einen einfachen Stift oder Zapfen verbunden; die Scheide sitzt am Holze bloß durch die ebengenannte Verbindung fest. Diese hölzernen Stangen haben nur 4 bis 5 Centimeter in's Gevierte, und Hr. Kind will noch schwächere angewendet wissen, indem er behauptet, daß in allen Arten des Gebirges die Percussion die einzige Art der Anwendung des Bohrers sei, und daß aus diesem Grunde die obern Bohrstangen so schwach als möglich sein müßten. Hr. Kind behauptet, das Mittel gefunden zu haben, den freien Fall des unteren Theiles des Bohrers

zu bewirken, d. h. denselben fallen zu lassen, ohne daß er den oberen Theil des Bohrers nachziehe. Dieses wäre nun wirklich, zumal beim Bohren in großen Tiefen, eine äußerst wichtige Entdeckung, und ich gestehe, daß ich oft bemüht gewesen bin, diese Aufgabe zu lösen, daß es mir aber noch nicht wenigstens nicht auf eine befriedigende Weise damit gelungen ist.

Um einem Theile der Uebelstände abzuhelfen, die ich bei Anwendung hölzerner Bohrstangen erkannt habe, und zugleich die Vortheile derselben beizubehalten, fertige ich gegenwärtig hölzerne Bohrstangen von 0,m07 in's Gevierte, die ich gewaltsam in eine blecherne Scheide treibe, welche mit eisernen Stangenschlossen verbunden ist, und mit diesen Stangen, die ich in der Regel in mit Wasser gefüllten Bohrlöchern anwende, bekomme ich 5 Kilogramm Gewicht auf den Meter Bohrlänge, wo ich sonst 13 Kilogramm hatte. Dadurch erlange ich eine große Differenz in der nöthigen Kraft zum täglichen Anheben des Bohrers; mit hölzernen Stangen in einer fortlaufenden eisernen Scheide würde ich schlagen und zugleich durch Drehung des Gestänges bohren können.

Bohrlöcher von großem Durchmesser.

Hölzerne Stangen. — Gewöhnliche Stangen in hölzernen Röhren.

Für Bohrlöcher zur Wetterlosung oder für andere Bohrlöcher von großem Durchmesser wende ich hölzerne Stangen an; aber um dann den ganzen Widerstand zu erlangen, dessen man bei solchen Dimensionen nöthig hat, bediene ich mich tannener oder eichener Bäume von 0,m25 Durchmesser, die ich fest durch verbolzte Schuhe und Stangenschlosse mit Schrauben mit einander verbinde; das hölzerne, mit Eisenbeschlag versehene und so zusammengesetzte Gestänge endigt unten mit einigen eisernen Bohrstangen von 0,m6 oder 0,m7 in's Gevierte, deren Schwere unentbehrlich ist, um den gewünschten Schlag hervorzubringen; denn, ganz aus Tannenholz bestehend, würde der Bohrer mit Einschluß seines Beschläges, bei seiner geringen specifischen Schwere, von unten nach oben durch eine Kraft getrieben werden, welche ungefähr 0,30 seines eigenen Gewichtes betragen dürfte; was eichene beschlagene Stangen, ohne schwere Stangen am unteren Theil anlangt, so würden sie von der Wassersäule des Bohrloches ziemlich äquilibrirt werden. Um in einem großen Durchmesser schwieriges Gebirge, welches Einstürzen unterworfen ist, zu durchsinken, kann man auch noch, obgleich die hölzernen Stangen, von denen ich eben gesprochen habe, sehr dauerhaft sind, einen gewöhnlichen Bohrer mit Schraubenschloß mit einem hölzernen Rohr verbinden, indem man im Bohrloch einen ringförmigen Raum von 3 bis 4 Centimeter übrig läßt (siehe Figur 16, Tafel 1). Die verschiedenen Röhrenenden sind in der Länge den Stangen, welche sie einschließen, gleich, so daß ihre Verbindungslinien und diejenigen der Stangenschlosse sich in gleicher Ebene befinden. Die Gabeln und Zungen der Stangen sind an den Enden der hölzernen Röhren durch Nietnägel befestigt; der Raum, welchen die Stange in der Röhre läßt, ist durch tannene Leisten ausgefüllt. Diese Art des Bohrers gewährt auch den Vortheil, jede Schwingung des Gestänges zu vermeiden und bei großen Durchmessern das absolute Gewicht des eisernen Bohrers um $\frac{2}{5}$ oder um die Hälfte zu vermindern.

Ich habe auch hohle eiserne Stangen angewendet, auf welche ich im Jahre 1841 ein Patent genommen habe (siehe Fig. 12). Diese Stangen

werden durch Stangenschlosse mit Schrauben ganz so, wie bei den gewöhnlichen Stangen, mit einander verbunden; sie sind an ihren cylindrischen Theilen mit den hohlen Stangen verbunden und dringen tief genug in diese Röhren ein, um mittelst zweier starker, vernieteter Bolzen mit ihnen vereinigt zu werden. Die andern cylindrischen Theile sind in den Röhren dergestalt verlöthet, daß das Wasser nicht eindringen kann. Ich muß übrigens bei dieser Gelegenheit bemerken, daß, welches Mittel man auch anwenden möge, um diese Röhren unter einander zu verbinden, man nicht im Stande ist, das Eindringen des Wassers gänzlich zu verhindern; schon in einer Tiefe von hundert Metern haben die unteren Röhren ungefähr einen Druck von 9 Atmosphären, ihren Luftinhalt in Abzug gebracht, auszuhalten; die Stöße, die Torsion erzeugen unganze Stellen in der Längenlinie der Verlöthung; wenn aber auch diese Verlöthung selbst für immer undurchdringlich sein sollte; wenn andern theils die Enden der Röhrenstöße durch eiserne Bänder mit Schrauben wasserdicht verbunden sein sollten: so wird dennoch das Wasser endlich durch die kleinen Zwischenräume eindringen, welche zwischen diesen Bändern und den Röhren übrigbleiben, denn die Stöße werden nicht säumen, diese Verbindung zu verändern, und Eisen mit Eisen verlöthet giebt häufig unganze Stellen. Um das Eindringen des Wassers an den Stellen, wo die Bänder sitzen, zu vermeiden, müßten letztere auf die Röhren geschweißt sein, was eine sehr kostspielige Arbeit sein würde.

Während der rotirenden Bewegung des Bohrers ist das Eindringen des Wassers in die hohlen Bohrstangen nicht gut möglich oder selbst ganz unmöglich, wenn die Verbindungen genau schließen; aber während der Percussion ist es fast unmöglich, dieses Eindringen zu vermeiden, wie sich aus folgendem Beispiele ergeben wird. Die gewöhnlichen Stangenschlosse enthalten sieben bis acht dichte Gewinde; die weibliche Schraube und die männliche stehen in vollkommener Berührung, und dennoch dringt das Wasser zwischen den Schraubengängen ein; und wenn die männliche Schraube einen Raum von 1 Centimeter auf dem Grunde der weiblichen Schraube übrig läßt, so füllt sich dieser Raum, wie ich mich überzeugt habe, mit Wasser. Man braucht nur einen Bohrer so, wie er aus dem Wasser des Bohrloches zu Tage gehoben wird, aufzuschrauben, um sich selbst davon zu überzeugen. Wenn dicht verschraubte Stangenschlosse endlich der Anstrengung nachgeben, die man mit zwei Schraubenschlüsseln ausübt, so spritzt das Wasser, welches sie enthalten, in Gestalt eines Strahles weithin heraus.

Um meine hohlen Bohrstangen mit Vortheil zu benutzen und die Ausführung derjenigen, welche ich fertigen lassen dürfte, zu erleichtern, bin ich auf den Gedanken gekommen, sie mit einer tannenen Stange auszufüllen, welcher die hohle Röhre gleichsam als Scheide dient.

Die Figur 11 macht den Beschluß der Abbildung der verschiedenen Bohrerarten; sie stellt auch einen hohlen Bohrer dar, der durch Schrauben verbunden wird; der innere Durchmesser beträgt 7 Centimeter und der äußere 10 Centimeter. Dieser Bohrer gehört einem neuen Systeme an, von welchem weiter unten die Rede sein wird.

Französischer Bohrer der Compagnie Fréminville.

Dieses System bezweckt, die Wandungen des Bohrloches zu sichern,

in dem Maße, als die Tiefe zunimmt; das Arbeitsstück bleibt immer an der Basis der Sicherheitsröhre, die mit ihm im Bohrloche hinabsteigt, und auf diese Weise hat man keine Einstürze mehr zu befürchten; ebenso wenig können Brüche ein verwickeltes Mißgeschick herbeiführen, weil die Arbeitsstücke sämmtlich durch ein Seil und gleichzeitig durch die schützende Röhre selbst in Thätigkeit gesetzt werden.

Angenommen nun, man befestige in einer Röhre und an ihren Wandungen zwei dreieckige Stücke von 0,m50 Höhe und 0,m01 Dicke, deren Basis dem halben Umfange gleich ist; wenn nun die Spitze dieser Stücke nach Oben gerichtet ist, so werden ihre Basen sich mit derjenigen der Röhre verbinden und zwischen jedem der gedachten, so mit dem Blech vernieteten Stücke, so daß die ganze Krümmung desselben ausgefüllt wird, werden einander gegenüberliegend zwei leere Räume von derselben dreieckigen Gestalt übrig bleiben. Denkt man sich außerdem noch einen gußeisernen Cylinder von 1 Meter Höhe, der oben in eine Stange mit einem Oehr ausläuft, in welchem das Seil seine Befestigung findet, und der an seiner Basis einen Bohrer oder einen Meißel trägt, so kann dieser Rammblock oder Cylinder mit zwei dreieckigen Vorragungen versehen werden, deren Spitze nach niederwärts gerichtet ist, so daß zwischen ihnen zwei leere Räume übrig bleiben, die den beiden Stücken an der Basis der Röhre vollkommen entsprechen, und daß, abgesehen von der Tiefe, in welche letztere hinabgestiegen ist, der gußeiserne Cylinder sich hier immer unveränderlich durch die gabelartig vorragenden Spitzen, von denen eben die Rede war, hier unverrückbar festsetzen wird. Soll nun mit dem Bohrer durch Schläge gewirkt werden, so ist der Cylinder durchsetzt von der Stange des Bohrinstrumentes, an welcher das Seil befestigt ist. Das Bohrinstrument bewegt sich im Cylinder vertical in einem viereckigen Einschnitt, während die rotirende Bewegung ihm durch die Sicherheitsröhre mitgetheilt wird, welche, wie wir gesehen haben, den Cylinder mit sich führt. Wenn nun der Bohrer auf diese Weise mehrere lockere Schichten mit Hülfe von Bohrwerkzeugen, von Sandlöffeln und von Meißeln, um die Gesteine oder Knauer auf der Bohrlochsohle zu zertrümmern, durchsunken ist und endlich dichte Gesteinsschichten erreicht, so nimmt man diese in Angriff mit dem Rammblock, welcher demjenigen der Herren Jobard und Selligue, der schon beschrieben worden, ähnlich ist, indem man ihm die Bewegung entweder durch bloße Drehung des Seiles mittheilt, oder ihn mittelst des gußeisernen, an der Röhre angebrachten Cylinders nöthigt, sich nach rechts oder nach links zu drehen. Nachdem man auf diese Weise zwei oder drei Meter mit dem inneren Durchmesser der Röhre durchsunken hat, bleibt noch übrig, das anfängliche Loch zu erweitern, um die Röhre tiefer hinabzubringen. Für diesen Zweck verfährt man auf folgende Weise, indem der gußeiserne Cylinder bei dieser Gelegenheit eine sehr sinnreiche Rolle spielt. Angenommen, dieser Cylinder werde in der Röhre festgehalten mittelst ihrer Scheiben und dreieckigen Einschnitte; im Innern ist er mit zwei Stangen versehen, die sich zu einem Ringe vereinigen, welcher etwa in $\frac{2}{3}$ der Höhe des Cylinders befestigt ist, und bis an die Basis hinabsteigt, wo er mit stählernen Sägen bewaffnet ist; die Stange, welche den Cylinder durchsetzt, indem sie in ihrem viereckigen oder runden Ausschnitt, worauf hier nichts ankömmt, eingreift, sobald sie nur auf irgend eine Weise geleitet wird, drückt auf den Ring und die Sägenblätter, welche, da sie auf zwei ge-

neigten, auch im Cylinder eingeschlossenen Oberflächen sich verschieben, sich in dem verlangten Durchmesser von einander entfernen. Statt ihrer dreht man nun die Röhre, die, wenn sie im Bohrloche frei ist, auf der Bohrlochsohle auf einem Walzenbande festgehalten wird, und man nimmt den Ring von Erdreich weg, welches der Basis der Röhre anliegt. Nachdem auf diese Weise die Tiefe von zwei oder drei Meter, von welcher schon die Rede war, ausgebohrt worden ist, setzt man das Bohren mit dem gewöhnlichen Rammblock fort, d. h. mit einer schweren Masse, welche aus vier verbundenen Bohrstangen besteht, die oben in einem Oehr das Seil aufnehmen und an ihrer Basis verschiedene Schneiden tragen; endlich erweitert man von Neuem das Bohrloch. Wenn es das Gebirge gestattet, kann man mittelst Rotation bohren, immer mit Hülfe der Sicherheitsröhre und auf einem Durchmesser, welcher den ihrigen übergreift, und man erlangt auf diese Weise weit rascher eine Vertiefung des Bohrloches als im ersten Falle.

Wenn die Röhren durch ihre eigne Last nicht niedergehen wollen, so sucht man diesen Zweck zu erreichen, indem man sie dreht und auch einen gewissen Druck auf sie anwendet, während die Sägen zugleich unter ihrer Basis wirksam sind.

Die Arbeitsstücke werden angehoben durch einen gewöhnlichen Haspel oder durch einen Haspel mit Pferdegöpel und stehender Welle, auf welche sich zugleich das Seil aufrollt.

Das Schlagen wird mittelst Zug bewerkstelligt, d. h. mittelst eines einfachen Seiles, an dessen Ende die Arbeiter angestellt sind, oder auch durch eine sehr sinnreiche Maschine, die ich näher beschreiben will.

Wir wollen annehmen, die Welle des Rundbaumes (Tafel 5, Fig. 11) sei um einen gewissen Betrag über dem Ausrückemuff hinaus verlängert (wir verweisen hier auf die Beschreibung derselben Figur weiter oben), der Kreis dieses Muffes sei in f mit einer kleinen Stange versehen, welche nach dem verlängerten Radius gerichtet ist und beim Umdrehen einer schiefen Fläche begegnet, die im Gestell der Maschine befestigt ist und durch den Druck der Stange den Muff aus den Einschnitten (Fenstern) der Leerrolle anzieht und endlich das Ausrücken bewirkt. Die schiefe Fläche endigt nicht mit einemmal, sondern wird fortgesetzt durch einen geraden Theil, auf welchem sich die Stange des Muffes bewegt, jedoch nur während eines Augenblickes, ohne daß dieser auf seiner Achse rückwärts oder vorwärts schreitet. Während nun der Schlag erfolgt, kommen die verschiedenen Theile der Maschine, die eine lebende Kraft erlangt haben, obschon dieselbe schwach ist, wieder in den Zustand der Ruhe zurück; sogleich aber treibt eine Drahtfeder, welche um die Achse des verlängerten Systems gewickelt ist, den Muff wieder vorwärts und bewirkt auf diese Weise das Einrücken. Je nachdem man nun die Höhe des Falles vermehren oder vermindern will, wickelt sich das Seil ohne Zweifel auf Rollen von verschiedenem Durchmesser, was ich noch nicht untersucht habe; es ist auch möglich, daß die genannte Rolle oder Scheibe, auf welche sich das Seil wickelt, einen solchen Durchmesser habe, daß er für die größte Höhe des Falles ausreichend ist, und daß letzterer sodann nach Bedürfniß, durch Verlängerung oder Verkürzung der schiefen Fläche zum Ausrücken, modificirt werde. Dieses letztere Mittel muß das bequemste sein, indem es auch zu gleicher Zeit das rationellste ist.

Alle Theile der Arbeitsstücke dieses Systemes sind äußerst sorgfältig gearbeitet und sinnreich ausgeführt; die Arbeitsstücke zum Erweitern des Bohrloches sind von schwieriger Zusammensetzung und geschickt ausgeführt; die Sicherheitsröhren sind ebenfalls gut und fest gearbeitet. Ich muß indessen auch auf die Mängel dieses Systemes aufmerksam machen. Sie beschränken sich hauptsächlich auf zwei, von denen einer aus dem andern entspringt.

Man wird sich noch dessen erinnern, was ich weiter oben über die Adhäsionskraft des Gebirges an den Sicherheitsröhren gesagt habe, und daß man zuweilen genöthigt ist, sie sowohl nach Vollendung des Bohrloches, als auch während der Ausführung desselben, darin sitzen zu lassen. Diese unbestreitbare Thatsache beweist, wie unmöglich es sei, bloß durch Drehung die Röhre, welche den Haupttheil bei der französischen Bohrmethode ausmacht, selbst auf eine geringe Tiefe ins Bohrloch hinab zu bringen, zumal in nicht consistenten und bindenden Schichten. Bohrt man z. B. ein Loch in einem Lager von bildsamem Thon, so verschließt sich dasselbe augenblicklich durch Zusammenziehung des Erdreichs, oder unter andern Umständen, durch das Rutschen oder den Druck desselben. Zu **Val-Fleury-sur-Seine** wurden, bei der Erbauung des Viaductes, in ein Thonlager, um das Rutschen dieser Gebirgsart auf ihrer Kreidesohle und die Zerstörung der Kunstarbeiten zu verhindern, eichene Pfähle eingerammt, die mit einander durch gut verbolzte Stücke verbunden wurden. Der Thon gab bald den sämmtlichen Pfählen eine Neigung von 5 bis 6 Grad. Zu derselben Zeit ließ ich in derselben Gegend Senkbrunnen ausführen, um den Thon trocken zu legen, indem ich in die Kreideformation seinen Wassergehalt ableitete. Bei dieser Gelegenheit war ich genöthigt, meine Röhren gewaltsamer Weise mit Rammschlägen durch diesen Thon zu treiben; hätte ich nun wohl nur zwei Minuten lang eine Röhre in solchem Erdreiche durch Drehen niedertreiben können? Schon früher hatte ich mehrmals den vergeblichen Versuch gemacht, habe ihn aber nach der Zeit nie wiederholt. Die Erweiterungswerkzeuge sind hinlänglich vervollkommnet, um in jedem Falle unter der Röhre ein Bohrloch vom doppelten Durchmesser der Röhren herzustellen, und dennoch ist man, selbst bei freier Bohrsohle, nicht im Stande, mit Rammblockschlägen eine Sicherheitsröhre niederzutreiben, wenn sie einmal im Gebirge festsitzt und durch dasselbe von allen Seiten gedrückt wird. Hieraus entspringt die Nothwendigkeit, successiv die Röhren niederzutreiben. Ich will nicht die Beispiele von Gebirgsarten vervielfältigen, in welchen ich es für unmöglich halte, ohne Rücksicht auf den leeren Raum, den man successiv an der Sohle des Bohrloches mit den Erweiterungswerkzeugen herstellt, eine Röhrensäule, durch Rotation bis zu einer gewissen Tiefe einzuziehen. Der zweite Uebelstand, der ganz natürlich aus dem ersten entspringt, ist der, daß man genöthigt ist, schon in einer geringen Tiefe einen ersten Röhrenstoß sitzen zu lassen und ihn durch einen zweiten zu ersetzen, der eine neue Reihe von Werkzeugen nöthig macht. Aber diese letzteren sind von so schwieriger Ausführung, daß eine enge Röhre sie gar nicht aufnimmt, während auf der andern Seite die Stücke, mit welchen die Röhren an ihrer Basis zur Fixirung der Werkzeuge versehen sind, sehr an Durchmesser abnehmen beim Uebergang von einer Röhre zu einer folgenden; weßhalb man diese Stücke mit Hülfe einer Fräse abschneiden oder auf sonst eine Weise beseitigen muß, um sie

herausnehmen zu können. Dieses ist keineswegs eine Unmöglichkeit; aber es ist noch schwieriger mit denselben Röhren zu diesem Resultate zu gelangen, wenn ihre Bewegung für die Operation des Bohrens eine Nothwendigkeit ist, indem es schon viel Mühe macht, mit Hülfe eines steifen Bohrers eine Röhre mit dem Rammklotze niederzutreiben, wenn sie durch Rotation nicht tiefer zu bringen ist, obschon man das Bohrloch unten angemessen erweitert und die Röhre so oft als möglich in Bewegung setzt, um ein baldiges Anhaften des Gebirges an ihren Wandungen zu verhindern. Zwar kann man, was ohne Zweifel eingewendet werden wird, sobald eine Röhre durch Rotation nicht tiefer zu bringen ist und die Bohrwerkzeuge nicht mehr in Thätigkeit setzen kann, sie als eine bloße Sicherheitsröhre des gewöhnlichen Systemes betrachten und dieselbe mit dem Rammklotz niedertreiben, indem man das Bohrloch wie früher erweitert. Dieses ist allerdings ganz vernünftig, nur erscheint mir die Ausführung zweifelhaft; denn sobald die Röhre die zur Erweiterung dienenden sägenartigen Stücke nicht in Bewegung setzen kann, so muß man letztere in einer provisorischen Röhre in Wirksamkeit treten lassen, und dann wird ihr Effect, wie es mich bedünken will, um vieles vermindert; oder man kann auch am Seile Werkzeuge anderer Construction und z. B. denen des Systemes der Herren Jobard und Selligue ähnlich in Wirksamkeit setzen, deren Leistungen durch die in verschiedenen Gebirgsarten ausgeführten Arbeiten noch nicht hinlänglich erprobt sind.

Um dieses System, welches auf den ersten Blick befriedigen kann, in Thätigkeit zu setzen, hat Herr Fréminville kein Opfer gescheut; es ist unmöglich, vollkommener gefertigte Röhren, sowie besser geschmiedete und besser gearbeitete Werkzeuge anzuwenden; in einem nicht sehr schwierigen Terrain haben sie gut gearbeitet, aber die Versuche mit ihnen im Pariser Becken haben die Unmöglichkeit der Anwendung dieses Systems dargethan, wie verführerisch es sich auch Personen darstellen möge, welche die Kunst des Abbohrens nicht lange Zeit praktisch betrieben haben.

System des Herrn Fauvelle.

Zum Schlusse dieses Capitels erwähnen wir noch die Aeßerungen des Herrn Arago in der Sitzung des Institutes vom 31. August 1846, als er über eine Abhandlung des Herrn Fauvelle, das Abbohrsystem desselben betreffend, mit Anwendung einer Druckpumpe zur Reinigung des Bohrloches, Bericht erstattete. Dieses Abbohrsystem ist bereits zu Perpignan auf dem Platze Saint-Dominique versucht worden.

Folgendes ist der Inhalt des Berichtes des gelehrten perpetuirlichen Secretairs der Akademie der Wissenschaften:

»Wenn man mittelst eines hohlen Bohrers Wasser in das Bohrloch spritzt, in dem Maße, als man größere Tiefe erreicht, so führt das wiederum emporsteigende Wasser allen Bohrsand mit sich; dieses ist die Aufgabe, welche sich Herr Fauvelle gesetzt hat und die so glücklich von ihm gelöst worden ist, daß sie gegenwärtig ein neues Abbohrsystem bildet. Sein Bohrapparat besteht aus einem hohlem Bohrer, der aus zusammengeschraubten Röhren gebildet wird. Das untere Ende des Bohrers ist mit einem Bohrwerkzeuge bewaffnet, wie es für das anstehende und in in Angriff zu nehmende Gebirge sich eignet. Der Durchmesser dieses Werkzeuges ist größer, als der Durchmesser der Röhren, um diese herum

einen ringförmigen Raum herzustellen, in welchem das Wasser und der Bohrsand emporsteigen können. Das obere Ende desselben Bohrers steht in Verbindung mit einer Druckpumpe vermittelst gegliederter Röhren, welche der niedersteigenden Bewegung des Bohrers auf eine Länge von einigen Metern folgen. Der Bohrer wird in Rotation versetzt mittelst eines Drehschlüssels, oder in die schlagende Bewegung durch einen Haspel mit Schneller. Das Bohrgerüst und der Haspel zum Anheben, Einhängen und Festhalten des Bohrers bieten nichts Besonderes dar. Wenn man den Bohrer in Thätigkeit setzen will, so setzt man zuvor die Pumpe in Bewegung; man treibt Wasser bis auf die Sohle des Bohrloches und zwar durch den inneren Raum der Röhre; und während nun das Wasser im ringförmigen Raume zwischen dem Bohrer und den Wänden des Bohrlochs emporsteigt, wird eine aufsteigende Strömung erzeugt, welche den Bohrsand mit sich nehmen muß. Man läßt alsdann den Bohrer auf gewöhnliche Weise in Thätigkeit treten, und sobald das Werkzeug einen Theil Erde abgelöst hat, wird derselbe augenblicklich durch die aufsteigende Strömung fortgeführt.

»Aus dieser Sachlage ergiebt sich, daß, da der Bohrsand beständig vom Wasser weggeführt wird, man den Bohrer nicht anzuheben braucht, um den Bohrsand auszulöffeln, wodurch also viel Zeit gewonnen wird; aber ein eben so schätzbarer Gewinn erwächst auch noch daraus, daß das Bohrwerkzeug nicht durch Bohrsand oder Bohrtrümmer zu irgend einer Zeit verhindert wird, sondern ohne alle Hemmung auf die freie Bohrsohle wirken kann, was die Schwierigkeit des Abbohrens um mehr als $\frac{9}{10}$ vermindert. Fügt man noch hinzu, daß es durch die Erfahrung bestätigt worden ist, daß Einstürze in einem Gebirge ganz wegfallen, wo der gewöhnliche Bohrer deren immer herbeiführt; daß der Bohrer in einer Tiefe von 100 Metern mit derselben Leichtigkeit wirkt, wie in einer Tiefe von 10 Metern, und daß dieser Bohrer eben um deßwillen, weil er hohl ist, der Torsion mehr Widerstand entgegensetzt, als ein massiver Bohrer von gleichem Volumen und eben so viel Widerstand beim Ziehen leistet: so hat man eine richtige Vorstellung von seinen Hauptvorzügen. Es folge noch ein Beispiel von seinen Leistungen: Eine Bohrarbeit wurde am ersten Julius auf dem Platze Saint-Dominique zu Perpignan begonnen und war beendet am 23. desselben Monates, wo man springendes Wasser in einer Tiefe von 170 Metern erbohrt hatte. Zieht man von diesen 23 Tagen 10stündiger Arbeit, 3 Sonntage und noch 6 Tage ab, welche auf die Einrichtungsarbeiten verwendet wurden, so bleiben 14 Tage oder 140 eigentliche Arbeitsstunden übrig, woraus sich ergiebt, daß in der Stunde mehr als ein Meter tief gebohrt wurde.

»Bei dem Systeme, welches wir eben beschrieben haben, wurde das Wasser in das Innere des Bohrers eingepumpt. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß, wenn es sich darum handelt, Kies oder Steinstücke von einem gewissen Volumen empor zu fördern, man besser thut, das Wasser in das Bohrloch zu pumpen und es im Innern des Bohrers emporsteigen zu lassen. Die größte Geschwindigkeit, die man dem Wasser zu ertheilen vermag, oder das richtigere Kaliber im Innern der Röhren gestatten, alle Körper empor zu bringen, die sich auf der Bohrlochsohle befinden mögen und die man mit dem gewöhnlichen Verfahren nicht weiter anzugreifen vermag. Herr Fauvelle hat auf diesem Wege Kiesel von 6 Centimeter

Länge und 3 Centimeter Dicke ausgefördert. Die Möglichkeit, das Wasser im Innern des Bohrers emporsteigen zu lassen, bietet ein leichtes Mittel dar, noch auf der Sohle eines Behälters von springendem Wasser tiefer zu bohren, ohne einer Pumpe benöthigt zu sein. Es genügt schon, hermetisch die Mündung des Bohrloches zu verschließen, so daß noch der Bohrer freies Spiel behält und das springende Wasser genöthigt ist, immer das untere Ende der Röhre zu suchen, um einen Ausweg zu finden; es wird dann allen Bohrschutt mit sich nehmen und ausfördern. Rechnet man zu allen diesen Vortheilen noch die Möglichkeit hinzu, die hohle Röhre des Bohrers aus Holz zu fertigen und sie so zu äquilibriren, daß sie nicht mehr wiegt, als das Wasser, in welchem sie sich bewegen soll, so ist auch die Aufgabe des Abbohrens in Tiefen von 1000 Metern und darüber gelöst.

»Dieses Resultat ist um so schätzbarer, als zu Perpignan selbst eine Bohrarbeit, welche von einem andern Gewerbtreibenden unternommen worden war, dieselbe Tiefe, wie diejenige des Herrn Fauvelle, nur in 11 Monaten erreicht hatte, während ersterer dazu 23 Tage nöthig gehabt hatte.«

Obgleich das zu Perpignan erhaltene Resultat höchst merkwürdig ist, so glauben wir doch, daß das System des Herrn Fauvelle, wie trefflich auch für die Oertlichkeit, wo es in Anwendung kam, niemals eine allgemeine Anwendung, wie der Bohrer mit steifem Gestänge, sei dasselbe massiv oder hohl, erhalten könne.

Wir erinnern hier an den im Jahre 1842 von Herrn Gaymard abgestatteten Bericht über den Bohrer des Herrn Fréminville, welcher im Departement der Isère auf eine eben so merkwürdige Weise aufgetreten war und im Pariser tertiären Terrain seinen ganzen Ruhm überlebt hat.

Wir haben in einem früheren Capitel auseinandergesetzt, warum gewisse Bohrlöcher beträchtliche Wasserquantitäten absorbiren; nun werfen wir die Frage auf: wie es Herr Fauvelle anfangen will, um das mit Bohrsand beladene Wasser des Bohrloches, welche Quantität Wasser er auch in seine hohle Röhre einpumpen möge, zu Tage zu fördern, wenn er eine Ansammlung von steigendem, aber nicht springendem Wasser durchsunken hat, indem diese Ansammlung, nach der allgemeinen Regel, absorbirend wird, sobald man sie über ihrem Niveau belastet; wir fragen uns ferner: wie er es anfangen will, wenn er auf unterirdische Strömungen stößt?

Unserer Meinung nach werden in diesem Falle die Bohrtrümmer, welche von der Bohrlochsohle emporgetrieben sind, da sie nicht ausgefördert werden können, sich im Bohrloche wieder anhäufen, und es wird manchmal der Fall eintreten, daß das arbeitende Bohrerstück nicht empor gehoben werden kann.

Wir könnten in der Beschaffenheit der zu durchsinkenden Gebirgsarten wohl noch andere Einwendungen gegen das sinnreiche System anführen, welches auf eine so glänzende Weise aufgetreten ist, aber wir glauben bereits genug gesagt zu haben, um die Resultate abzuwarten, die man an andern Punkten damit erlangt, und zuzusehen, ob sich die Trefflichkeit der Methode unter verschiedenen Umständen bestätigt. Die Erfahrung hat uns gelehrt, daß die Art der Arbeit fast eben so oft, als die zu durchsinkenden Formationen, verschiedenartig sein müsse.

Wir haben die hohlen Bohrstangen beschrieben, die nun seit vier Jahren in Anwendung sind, und wir halten sie in vielen Fällen für anwendbar.

Im Jahre 1831 und 1832 haben zwei meiner Arbeitsdirigenten, die Herr Röttinger und Ayraud, zum ersten Mal bei den Bohrarbeiten zu Essonne für die Herren Ferey und Sydenham die Druckpumpe in Anwendung gebracht, und wir wenden sie täglich an, um das Hinabsinken der Steigröhren in mächtigen Sandlagern zu erleichtern; aber der erste Gedanke, sie zum völligen Ausräumen eines Bohrloches zu benutzen, gehört Herrn Fauvelle an, der sie zum ersten Mal auch mit gelungenem Erfolg in Anwendung gebracht hat. Um über sein Verfahren zu urtheilen, wollen wir abwarten, bis er in den tertiären Formationen des Pariser Beckens eine Bohrarbeit ausgeführt hat.

System mit hohlem Bohrer und Seil (Tafel 22).

Das eigentliche chinesische System, welches von den Herren Jobard und Selligue vor einigen Jahren wieder aufgenommen wurde, schien mir immer in veränderlichen Gebirgsformationen unanwendbar zu sein, weil es beim Abbohren in gewissen Fällen unerläßlich ist, durch Rotation zu wirken, was sich aber mit dem Seil allein nicht ausführen läßt. Bei dem Systeme des französischen Abbohrens hat man diesen Uebelstand begriffen und die Werkzeuge bald durch das Seil allein, bald mittelst einer Röhre in Bewegung gesetzt, die zu gleicher Zeit auch als Sicherheitsröhre gegen den Einsturz des Gebirges dient. Ich habe bereits die Schwierigkeiten nachgewiesen, welche die gleichzeitige Verbindung dieser beiden Vortheile mit sich bringt, und ich will jetzt die Mittel auseinandersetzen, durch deren Anwendung ich von dem Seilbohren eine nützliche Anwendung zu machen hoffe. Man mag von vorn herein glauben, daß zwischen meinem System und demjenigen des französischen Abbohrens Aehnlichkeit obwaltet; denn bei dem einen, wie bei dem andern, ist das Seil verbunden mit einer Röhre, welche den Werkzeugen eine rotirende Bewegung mittheilt. Aber bei der ersteren ist die Röhre stationär im Bohrloche, indem sie jedesmal tiefer sinkt in dem Maße, als die Vertiefung des Bohrloches durch die Werkzeuge bewirkt wird, welche an ihrer Basis thätig sind, während beim zweiten System die Röhre weiter nichts ist, als ein hohler Bohrer, welcher im Bohrloche, nach Art der gewöhnlichen Bohrstangen, sich aufwärts und niederwärts bewegt. Ich habe die hohlen Bohrstangen (Tafel 1) beschrieben; das Blech, aus welchem sie gefertigt sind, hat 3 bis 4 Millimeter Dicke; sie sind mittelst Nieten und Bändern, nach dem Systeme des Herrn Lebra, durch kaltes Ziehen oder durch Rundbiegen und Löthen mittelst der gewöhnlichen Verfahrungsarten hergestellt. Es folge nun ein so hergerichteter und in das Bohrloch eingehängter Bohrer: seine beiden Enden haben bloß 3,m50 bis 4 Meter Länge; das untere Ende hat ein Beschläge von 0,m15 Höhe (Tafel 22, Fig. 1), inwendig viereckig, um eine Stange von 0,m045 ins Gevierte aufzunehmen; das Stangenschloß A ist inwendig auch viereckig, d. h. bloß sein männlicher Theil; ebenso verhält es sich mit dem Stangenschloß C. Eine Bohrstange, welche in y auf 0,60 ihrer Länge (siehe auch Figur 6.) abgerundet ist, hat ein Gestämme E in einer bestimmten Entfernung vom runden Theile; darunter befindet sich ein Stangenschloß einer gewöhnlichen Bohrstange, in welches

man den Meißelbohrer oder auch zwei oder drei Bohrstangen und unten an dieselben den Meißelbohrer schraubt, je nachdem es die Tiefe oder vielmehr das Terrain erheischt. Ueber ihrem runden Theile trägt die Stange mit Gestämme y X E ein Beschläge h Figur 1 oder H Figur 6 mit Mutterschraubengewinden und ist mit zwei Ohren versehen, die in zwei leere Räume passen, welche für diesen Zweck an dem unteren Beschläge B der Röhre angebracht worden sind. Es ist ersichtlich, daß, wenn der Meißelbohrer die Sohle des Bohrloches in Figur 1 berührt, das Beschläge h mit seinen Ohren im Beschläge B sitzt; läßt man die Röhre hinabsteigen, bis die Befreiung erfolgt ist, so bleibt die Stange fest und die Röhre kann ohne Unterbrechung um den runden Theil X herum bewegt werden, ohne den Meißelbohrer mit in Umdrehung zu versetzen. Dasselbe ist der Fall, Figur 2, wenn das viereckige Beschläge den viereckigen Theil der Stange erreicht, ohne indessen über denselben hinaus zu gehen; das Beschläge, um die Quantität h′ B′ gehoben, bewirkt jetzt die Vereinigung von zwei andern Stangen in O P durch eine nach links angeschnittene Schraube (siehe Figur 5 und die vorhergehenden Figuren in O P, O′ P′, O″ P″, O‴ P‴); der Theil O P ist abgerundet auf eine Länge von 30 bis 40 Centimetern zum Theil auf der einen, zum Theil auf der andern Stange. Die obere Stange ist in G mit einem Drathseile verbunden, was sie nicht mit bewegt, wenn sie mittelst eines Zapfens, wie beim chinesischen Systeme, sich umdreht; die Stange P Z endigt mit einer nach rechts angeschnittenen Schraube, die sich in das Beschläge H der die Bewegung erzeugenden Stange einschraubt; endlich fallen bei beiden Stangen die longitudinalen Cavitäten weg, und die viereckigen Beschläge A und C sind außerdem so eingerichtet, sie aufzunehmen, ohne daß es nöthig ist, sie bei ihrem Niedergange zu führen. Die beiden obern Stangen, so aufgehangen an dem auf einem Rundbaum gewickelten Seile, gelangen sehr rasch an das untere Ende der Röhre, so daß die Schraube Z sich dem Beschläge H der die Bewegung erzeugenden Stange darbietet. In diesem Augenblick liegt der Verbindungspunkt O P oder O′ P′ über dem Beschläge oder dem viereckigen Stangenschlosse A oder A′; die obere Stange oder der Bohrwirbel befindet sich ebenfalls im viereckigen Stangenschlosse C′; ebenso verhält es sich auch mit dem abgerundeten Theile y′ X′, so daß, wenn man die Röhre in der Richtung der Schraube Z bewegt, letztere sich im Beschläge der die Bewegung erzeugenden Stange fixirt, während die zwischenliegende Stange und diejenige, welche ich den Bohrwirbel genannt habe, mit einander vereinigt bleiben. Das Seil ist also auf diese Weise mit der die Bewegung mittelst der beiden oberen Stangen und der viereckigen Beschläge verbunden, in welchen die Stangen gleiten, ohne sich darin drehen zu können.

Ist dieses geschehen, so schiebt man die Röhre dergestalt hinab, daß der abgerundete Theil der die Bewegung erzeugenden Stange sich hinlänglich über dem Beschläge B″ befindet, d. h. daß er von h″ nach A″ eben so weit laufen muß, als die Höhe beträgt, um welche die die Bewegung erzeugende Stange gehoben werden soll; man befestigt alsdann die Röhre auf einem Halsbande, welches mit Laufrädern versehen ist (Figur 9), die sich auf einer kreisförmigen Eisenbahn von 0,m80 Durchmesser bewegen; und nachdem man das Seil an den Bohrschwengel befestigt hat, beginnt man die Arbeit; man fährt fort, zu schlagen, bis die die Bewegung erzeu-

gende Stange in das Gebirge eingedrungen ist, so daß ihr abgerundeter Theil y' X' das viereckige Beschläge B' berührt. Während der Arbeit hat das Seil keinen andern Zweck, als das Bohrwerkzeug zu heben, während die rotirende Bewegung, in die es versetzt werden muß, ihm durch die Röhre mitgetheilt werden wird, welche mittelst ihrer Beschläge die in O P verbundenen Stangen gleichzeitig in Umdrehung versetzt; aber sobald die Dinge so weit gediehen sind, wie in Figur 2 angegeben ist, so äußert die Röhre auf die genannten Stangen keine Wirkung mehr, und der Meißelbohrer könnte gehoben und niederwärts bewegt werden, in einer und derselben Richtung, sobald die Bohrarbeit auf diese Weise fortgesetzt werden sollte.

Ich habe schon erklärt, wie das Seil, welches bloß niedersteigt, wenn die die Bewegung erzeugende Stange auf der Bodensohle angelangt ist, sich mit demselben auf eine unveränderliche Weise verbindet. Da nun das Schlagen beendigt ist, so will ich auch das Mittel angeben, den Bohrwirbel und das Seil (Figur 1) herauszuziehen. Man zieht zuerst die Röhre so weit zurück, bis sie das Beschläge mit Schraubengewinde h berührt; alsdann läßt man sie wieder niedersteigen, um die Ohren des genannten Beschläges, die in ihren Einschnitten sitzen könnten, frei zu machen. In dieser Lage kann, wie ich schon bemerkt habe, die Röhre frei bewegt werden, ohne auf die die Bewegung erzeugende Stange einzuwirken. Wenn man die Stange P h oder P z (Figur 6) betrachtet, so wird sie auch fixirt bleiben; aber der Bohrwirbel, dessen Verbindungspunkt O P mit der vorhergehenden Stange im Beschläge A frei ist, wird sich aufschrauben, weil sein Schraubengang nach links läuft, nämlich in einer Richtung angeschnitten ist, welche der Bewegung der Röhre entgegengesetzt ist; man hebt ihn sogleich an, zieht dann die Röhre zurück und mit ihr zugleich die die Bewegung erzeugende Stange.

Eine Röhre, mit einem Werkzeuge versehen, ins Bohrloch einzuhängen, dann ein Seil ins Innere dieser Röhre, um sie in Bewegung zu setzen, ist eine Operation, die sehr viel Zeit zu erheischen scheint; aber um begreiflich zu machen, daß sich die Sache nicht so verhält, will ich nur bemerken, daß die Befestigung des Seiles am Werkzeuge in einer Minute vollbracht wird und daß es sich ebenso verhält mit dem Abnehmen des Seiles. Uebrigens ist der hohle Bohrer aus seinen einzelnen Stangen ebenso geschwind zusammen zu setzen, als ein gewöhnlicher Bohrer, und um mehr Zeit zu ersparen, wende ich für dieses Abbohrsystem specielle Bohrgerüste von 15 Meter Höhe an.

Wenn man den Meißelbohrer durch einen Schneckenbohrer oder irgend ein anderes Werkzeug ersetzen will, so schiebt man die Röhre bis zum Absatz E''' hinab; in demselben Augenblick befindet sich das Beschläge h''' in Berührung mit dem Stangenschlosse A''', gegen welches man dasselbe mit Hülfe eines Bolzens (Figur 8) befestigt.

Die Figur 7 stellt das Beschläge h''' mit seinen Einschnitten dar; dasselbe bildet eine Fortsetzung der die Bewegung erzeugenden Stange.

In Figur 9 sieht man zwei Halsbänder auf einander gelegt; die Oeffnung des ersten hat den Durchmesser der Stangenschlosse des Bohrers; die Oeffnung des unteren Halsbandes besitzt hinlängliche Geräumigkeit für den Durchgang der Werkzeuge von verschiedenen Kalibern. Das letztere Halsband trägt 3 Laufräder aus Gußeisen, welche sich in eisernen Lagern

bewegen und auf welchen die Röhre in Bewegung gesetzt wird; die Laufräder werden festgehalten durch die umgeworfenen Ränder der kreisförmigen Schiene, auf welcher sie sich fortbewegen. Das obere Halsband ist mit dem zweiten verbunden durch zwei starke verticale Bolzen und durch zwei Zapfenlöcher mit Zapfen; das erste wird an den Bohrer durch zwei Bolzen geschlossen, deren Schraubenmuttern einen Schlüssel tragen. In einem Einschnitte A B, welcher an der Oeffnung beschlagen ist, sitzt das stählerne Stück Figur 15, auf welchem die Bohrerröhre ruht, sobald es gilt, dieselbe einzuhängen oder anzuheben. Der männliche Theil des Schlosses jeder Stange wird für diesen Zweck von zwei Zapfenlöchern durchsetzt, durch welche das genannte Stück geschoben wird; der weibliche Theil hat auch zwei rechtwinkelige Oeffnungen, in welche der stählerne Hebel Figur 13 und 14 gesteckt wird, um jede Stange zu- oder aufzuschrauben.

Der Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers ist ein gewöhnlicher Bohrwirbel Figur 10.

Figur 12 stellt die kleine Eisenbahn dar, welche mittelst Schrauben mit eingestrichenen Köpfen auf der Bühne befestigt ist.

Zum Aufschrauben macht es sich nöthig, daß die Halsbänder unbeweglich bleiben; man hält sie fest durch ein Eisen Figur 11 mit einem Ring oder Oehr, in welches man einen Haken einhängt, welcher an einem der Füße des Bohrgerüstes befestigt ist. Sein anderes Ende wird am unteren Halsbande durch eine Schiene und Bolzen festgehalten.

Dieses wäre eine Darstellung des Systemes, durch welches ich dasjenige mit steifen Bohrstangen zu ersetzen hoffe, dessen Schwere bei einer mittelmäßigen Tiefe ein Uebelstand ist, den man bis jetzt noch nicht beseitigt hat. Da das Aequilibriren eines Theiles dieser Last, wie ich weiter oben gesagt habe, eine Verminderungsursache im Effect ist, welcher durch den Fall des Bohrers hervorgebracht wird, der nicht mehr der Wirkung der Schwere ganz entspricht; so wird man vielleicht einwenden, daß, weil das Maß dieses Nutzeffectes in directem Verhältniß der Last und der Geschwindigkeit des Bohrers steht, ein Meißelbohrer allein, der z. B. 1 Meter hoch gehoben wird, einen gleichen Effect hervorbringen müsse, wie eine 1000 Mal schwerere Last von einer bestimmten Geschwindigkeit. Was aber die Gleichung giebt, ist sicherlich nicht dasjenige, was die Praxis gewährt; ein Beispiel wird dieses zur Genüge erläutern. Wir wählen dazu eine Steinkohlenformation, bestehend aus Schichten von Grauwacke, von Schiefer und von kohlenhaltigem Kalkstein. Es tritt häufig der Fall ein, daß der Bohrer alle Schichten durchsinken soll, deren Beschaffenheit und Härte man an ihren Schichtenköpfen studirenkann. Der Durchschnitt des Bohrloches ist also im Voraus bekannt, und man entschließt sich zur Ausführung der zur Erforschung nöthigen Arbeiten nur deßhalb, weil man noch ungewiß ist, ob die Steinkohlenlager, deren Schichtenköpfe man ebenfalls kennt, in ihrer Erstreckung im Becken eine gewisse Mächtigkeit behalten, ob sie reicher werden, oder ob sie endlich ganz verschwinden. Die Steinkohlenformation wird in der Regel durch Schlagen durchsunken, bis auf einige weiche Schichten des Thonschiefers, die man vortheilhaft in einer geringen Tiefe mit dem Schneckenbohrer angreift, hauptsächlich wenn das Fallen der Formation stark ist und zu Einstürzen Veranlassung giebt. Angenommen nun, man greife mit dem Meißelbohrer auf der Bodensohle einen harten kieselhaltigen Sandstein an, dann eine

Bank von dichtem Kalkstein 20 Meter tiefer, so wird man ganz identische Schichten mit den eben durchsunkenen (und man kann sich davon an den Schichtenköpfen überzeugen, wie ich eben gesagt habe, indem man diese Gesteine mit dem Hammer untersucht) in einer Tiefe von 100 Metern nicht in derselben Zeit durchsinken, sondern vielmehr Zeit dazu nöthig haben, wenn man, wohl verstanden, das Verhältniß der Dauer des Einbringens und Aushebens der Reinigungswerkzeuge in Betracht zieht. In einer Tiefe von 100 Metern ist indessen die Zahl der Schläge größer, als an der Bodensohle, weil die Art des Schlagens nicht mehr dieselbe ist, und weil man außerdem nahe unter der Bodensohle einen Bohrmeißel zu heben hat, auf welchem eine einzige Stange von 5 bis 6 Meter Höhe sitzt. Welche Folgerung ist aber hieraus zu ziehen? Daß die Wirkung, welche durch den Schlag eines Bohrers auf ein Gestein bewirkt wird, nicht streng genommen von seinem Gewichte abhängig ist, sondern wesentlich von seiner Geschwindigkeit oder der Höhe seines Falles. Ich habe zu Châtellerault 270 Meter Jurakalk 150 Meter tief durchsunken und bei dieser Bohrarbeit Meißelbohrer aller Art und von jeder Schwere versucht; ich habe dem gewöhnlichen Meißelbohrer einen andern Meißelbohrer substituirt, dessen Stange 250 Kilogr. schwerer war, als diejenige des ersteren, und habe damit kein besseres Resultat erlangt, obschon ich die nämliche Fallhöhe beibehielt. Die Form der Schneiden und die Beschaffenheit des Stahles haben allein einige Verschiedenheiten in den täglich durchsunkenen Tiefen herbeigeführt.

Ich komme deßhalb auf diese Beobachtung zurück und folgere: daß der größte Effect, den man beim Bohren auf anstehendem Gestein erlangt, derjenige ist, welcher aus hohem und rasch wiederholtem Fall einer nicht beträchtlichen Last sich ergiebt. Da dieses Resultat mit einem schweren und steifen Bohrer nicht erlangt werden konnte, so haben es mehrere Ingenieurs durch andere Mittel zu erreichen gestrebt, aber es ist mir unbekannt, ob der Erfolg bis jetzt ihre Bemühungen belohnt hat.

Da die Schlosse jeder Stange eine Ausladung darstellen, so hat man in der Wassersäule eben so viele Fallschirme als Bohrstangen. Das Drahtseil, mit welchem in diesem Systeme die arbeitenden Stücke und die Bohrstangen angehoben werden, ist in seiner ganzen Länge gleichförmig, und eine Ursache nicht vorhanden, welche die Fallgeschwindigkeit des Werkzeuges hemmen könnte. Noch ein weit wichtigerer Vortheil bei dieser Art des Bohrens besteht darin, daß die Unglücksfälle beinahe unmöglich gemacht werden; Brüche des Bohrers oder der Bohrwerkzeuge sind also nicht zu fürchten, weil die steifen Bohrstangen nur 20 bis 25 Meter Länge haben, und weil man bei dieser geringen Länge ihnen eine größere Kraft geben darf. Die Schneiden des Meißels sind aus Gußstahl und vom Meißelbohrer getrennt (siehe Figur 16, Tafel 9), und da die Stange dieses Werkzeuges 0,^{m}07 ins Gevierte und eine Länge von 6 Metern hat, so ist das Schloß zu entfernt, um durch einen tiefen Aufschlag des Meißels, der durchs Gestein herbeigeführt werden kann, zu zerbrechen. Anderntheils kann, da die hohle Stange aufgehangen ist und die Arbeit in ihrem Innern vorgeht, eine Erschütterung im Bohrloche nicht stattfinden, weßhalb keine Einstürze oder das Herabfallen von Bruchstücken zu befürchten ist. Man erreicht auch damit, daß man das Bohrloch weniger verengert, indem man weniger Sicherheitsröhren einzieht; denn viele Gebirgs-

formationen stehen von Natur und stürzen nur ein durch das beständige Anschlagen der Bohrstangen, während mit dem Meißelbohrer gearbeitet wird. Wenn das Arbeitsstück sich endlich auf der Sohle des Bohrloches einklemmt und in Folge der Anstrengungen, um dasselbe heraus zu ziehen, das Seil reißt, so geschieht dieses im Innern der hohlen Stange, und sobald man diese beim täglichen Reinigen des Bohrloches anhebt, ist der eingetretene Unglücksfall leicht wieder auszubessern.

Ehe ich ein Patent auf diese Verbesserung nahm, die ich für die Zukunft des Abbohrens für wichtig halte, habe ich die Herren Arago, v. Humboldt und Combes um Rath gefragt, welche dieser Methode ihren Beifall ertheilten. Da mich Herr v. Humboldt um die Zeichnungen und Beschreibungen des neuen Apparates ersuchte, so habe ich sie ihm gegeben, und Herr v. Bursch, preußischer General=Bergdirector, hat, indem er mir für diese Mittheilung dankte, mich noch um die nöthige Auskunft ersucht, um in Preußen die Dampfkraft beim Abbohren anzuwenden, wie ich zu Donchery in den Ardennen gethan habe, und ich bin bemüht gewesen, diesem Wunsche zu entsprechen (siehe Tafel 23).

Ich habe zu dieser neuen Art des Abbohrens ein solches Vertrauen, daß ich geneigt wäre, eine Bohrarbeit von 1000 und selbst von 2000 Meter Tiefe zu unternehmen, auch bin ich geneigt, zu glauben, daß Herr v. Oeynhausen nächstens in der Nähe von Minden, bei der großen Bohrarbeit, die schon zu einer Tiefe von 780 Metern gediehen ist, davon Gebrauch machen werde.

Ich kann dieses Capitel nicht beenden, ohne zu wiederholen, daß ich meinem kenntnißreichen und eifrigen Mitarbeiter Herr Ayraud, dem Aufseher meiner Bohrarbeiten, einen großen Theil der Verbesserungen danke, welche ich ins Werk gesetzt habe. Damit die Kupfertafeln dieses Buches die größte Richtigkeit erhalten, habe ich ihm die Zeichnungen, wie auch einen großen Theil der Beschreibung der in diesen Tafeln dargestellten Werkzeuge anvertraut.

Von den Bohrgerüsten und den Haspeln.

Die Bohrgerüste sind in Gestalt und Stärke verschieden, je nach der Schwere der Lasten, die sie zu tragen haben. Meine alten Bohrgerüste hatten eine rechtwinkelige Basis; ihre Ständer waren durch Riegel mit einander verbunden. Sie waren nicht sehr fest, und ihr Mittelpunkt der Schwere verschob sich bei der geringsten Anstrengung, weil die Riegel in ihren Zapfenlöchern bald locker wurden; es mußte alsdann der gerade Stand des Bohrgerüstes durch Bänder hergestellt werden, die nur unvollkommen den Zweck erfüllten. Da ein Gerüst aus Bauhölzern nur dann fest ist, wenn seine Hauptstücke durch sogenannte Andreaskreuze mit einander verbunden werden, so bestehen die neuen Bohrgerüste aus vier Ständern von Tannenholz von 0,^{m}25 ins Gevierte, so daß sie an ihrer Basis ein Quadrat von vier Metern ins Gevierte bilden und auf der einen Seite an ihrem oberen Ende einen Abstand von 1,^{m}60 und von 0,^{m}20 bis 0,^{m}30 auf der andern Seite haben, um zwei Kappen H, Figur 1, 2, 3, Tafel 4, anzubringen auf welchen die Scheibe des Flaschenzuges ihr Lager findet. Die Achse derselben liegt in zwei mit den Kappen verbolzten Unterlagen. Man kann die Achse auch auf offene Lager legen, denn die Scheibe besitzt nicht das Bestreben, sich zu verrücken; es kann indessen der

Fall eintreten, daß die Kette, wenn sie von dem Haspel emporgezogen wird, den Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers mit sich nimmt, der durch seinen Schlag unter der Scheibe letztere aus ihren Lagern rücken könnte. Wenn die Kappen weit genug von einander liegen, so daß dieses Ereigniß stattfinden kann, so legt man auf dieselben ein verbolztes Querholz, welches sich dem Durchgange des Bohrwirbels zum Anheben des Bohrers widersetzt.

Die Kappen sind aus Eichenholz und von 0,m25 ins Gevierte.

Die vier Seiten des Bohrgerüstes sind mit zwei Systemen von Andreaskreuzen versehen, die auf ihre Ständer aufgebolzt sind, ebenso auch unter einander in ihrer Mitte.

Die beiden Kreuze begegnen einander ungefähr in der halben Höhe des Gerüstes, und ihre Arme sind an den Enden horizontal abgeschnitten. Diese Unterstützungspunkte, so wie jene, wo sie auf die Ständer in der halben Holzstärke aufgeblattet sind, bedingen die Festigkeit des Gerüstes. Die untern Kreuze sind aus Tannenholz von 0,m20 ins Gevierte, die obern aber von 0,m14 ins Gevierte.

Die Schwellen **A A**, auf welchen die Ständer ruhen, sind aus Eichenholz von 0,m30 Höhe und 0,m25 Breite; sie überschreiten auf der einen Seite das Quadrat der Ständer um etwa 3 Meter, **B A**, um einen Haspel mittelst zweier Querstücke **C C** zu befestigen, die unter den Schwellen liegen und mit zwei andern kurzen Stücken **D D** von der Länge der Haspelfüße und von der Höhe der Schwellen bedeckt sind. Der Haspel wird befestigt auf diesen beiden kleinen Stücken, die auf die ersteren gebolzt sind, welche ebenfalls mit den Schwellen verbolzt sind. Diese letzteren scheinen von übertriebener Länge zu sein, was allerdings der Fall wäre, indem sie auf die Länge der Grundbalken zurückgeführt werden könnten, wenn die Theile **B A** nicht alle Kraftäußerungen zu ertragen hätten, welche am Haspel ausgeübt werden. Aber wie stark auch diese Theile sind, so biegen sie sich doch oft unter der Last des Bohrers, und man ist manchmal genöthigt, um diesen Biegungen zu begegnen, den Haspel mittelst langer Pfähle zu fixiren, die mit horizontalen Querstücken verbunden werden und die man in den Boden eingräbt und dann vermauert.

Unter die Schwellen sind zwei starke Stücke **K K** Figur **1** geschoben, auf welche man die beiden kurzen Stücke **n P** legt. Letztere empfangen direct die Last und tragen sie auf die unteren Stücke über. Die Grundbalken des Bohrgerüstes sind mit einem Fußboden aus behauenen Hölzern von 0,m08 bis 0,m09 ins Gevierte überdeckt. Wenn die Stücke **K K**, welche über dem Bohrschachte liegen, sich biegen, so stützt man sie durch verticale Stempel, welche auf der Sohle des genannten Schachtes aufruhen; starke Bohrerröhren können das Holz ersetzen. Die Stücke **K K** und die beiden Querstücke **n P** lassen zwischen sich einen Raum von 0,m50 bis 0,m60 übrig, auf welchen man die Bohrscheibe oder die Deckel des Bohrloches bringt. Die Bohrscheibe besteht aus zwei Stücken Eichenholz von 0,m50 Länge und 0,m25 ins Gevierte; beide sind nach dem halben Umfange der stärksten Stangenschlosse des Bohrers ausgeschnitten. Diese Ausschnitte sind beschlagen, oder wenigstens mit eisernen Halbkreisen versehen, die auf die Oberfläche der beiden Holzstücke gelegt werden, wodurch die Erweiterung der Ausschnitte durch die Reibung der Bohrstangen verhindert wird. Das eine dieser Stücke trägt einen Ringnagel von 0,m03

Durchmesser, welcher dauerhaft mittelst eines Bankeisens oder eines Fußes befestigt ist. Gegen diesen Ringnagel stützt sich der Stangenschlüssel zum Auf- und Zuschrauben der Bohrstangen. Jedes Stück trägt auch zwei eiserne Ringe, welche an den Enden angebracht sind und dazu dienen, sie zum Einbringen der Arbeitsstücke abzuheben. Endlich wird die vollständige Bohrscheibe auf dem Fußboden in einem hölzernen Rahmen von 0,m10 ins Gevirrte befestigt.

Man steigt im Bohrgerüst auf Trageklötzen oder Fröschen empor, die an beiden Seiten eines der Ständer in Abständen von 0,m50 angebracht sind; in der Höhe der Stangenschlosse ist ein Sparren befestigt, welcher aus Eisen oder aus Holz eine uförmige Vertiefung trägt, in welche die Bohrstangen bündelweise gelegt werden.

Der Schwengel der Schlagevorrichtung, von welchem weiter unten die Rede sein wird, findet seine Unterstützung auf einem Stück **E**, von zwei Querstücken **F** getragen, die durch aufgebolzte Trageklötze **G G** unterstützt werden.

Da ich die Seile abgeschafft und an deren Stelle Ketten von verschiedener Stärke in Anwendung gebracht habe, so ist die Leitscheibe des Bohrgerüstes so construirt, daß die Kette sich auf derselben nicht in schiefer Richtung auffsetzen kann; ihre Peripherie hat eine Kehle, in welche die Kettenglieder in verticaler Richtung einsetzen.

Die Ketten sind, je nach den Tiefen der Bohrlöcher, von verschiedener Stärke; alle haben kurze Ringe und ohne Stützen. Vor ihrer Anwendung werden sie, gleich den Ketten in der Marine, durch Belastung geprüft.

Für	Ketten	von 50	Meter	Tiefe	ist	das	Eisen	der	Ringe	0,m017	dick.
"	"	" 100	"	"	"	"	"	"	"	0,m019	"
"	"	" 300	"	"	"	"	"	"	"	0,m024	"
"	"	" 400	"	"	"	"	"	"	"	0,m028	"

Man muß darauf sehen, alle 12 oder 14 Tage die Ketten an der Stelle, wo sie über die Leitscheibe laufen, einzufetten, weil sie gerade hier sich am schnellsten abnutzen und die Bewegung der Kettenringe hier doppelt so stark ist als auf dem Rundbaum oder auf der Trommel des Haspels. Da die Kette, wenn sie schwer ist, nach dem Einfetten nicht gut zu handhaben ist, so wendet man dann ähnliche Haken an, wie man sie bei den Karrenführern findet. Wenn der Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers den höchsten Punkt seines Laufes erreicht hat, so befindet sich der größere Theil der Kette auf der Seite des Haspels, und man verhindert das Herabziehen des kurzen Theiles durch ein Sicherheitsseil, welches an dem Sförmigen Theil des Bohrwirbels befestigt ist, oder man hängt über diesem S ein Gewicht auf, welches den Ueberschuß des größeren Seilschenkels über den kleinen aequilibrirt.

Die geeignetsten Rundbäume oder Trommeln der Haspel für das Aufwickeln der Ketten sind mit einer schneckenförmigen Kehle versehen, die um einige Millimeter weiter ist, als die Breite der Kettenringe beträgt. Aus dieser Einrichtung ersieht man, daß die Kettenringe sich nicht berühren, sich also nicht seitlich abnutzen, und außerdem auch nicht schief auffsetzen. Diese für große Bohrarbeiten geeigneten Haspel sind kostspieliger, aber sie schonen auch die Ketten so, daß man sich bei ihnen besser steht, als bei den gewöhnlich angewendeten Rundbäumen. Die Ketten, wie die

Seile, sind geneigt, sich über einander zu wickeln, wenn sie in die Ebene der Bohrachse kommen, welchem Uebelstande man auf die Weise begegnet, daß man dem Haspel eine Einrichtung giebt, bei welcher die Kette vom Anfange bis zum Ende ihres Laufes immer in einer schiefen Ebene zur Achse der Trommel sich befindet. Daraus folgt nun, daß die Kette, statt sich auf sich selbst aufzuwickeln, auf der Trommel eine Schneckenlinie beschreibt von viel höherem Gang, als die Breite der Kettenringe in Anspruch nimmt, und daß letztere sich folglich nicht berühren.

Da die Ketten aus sehr geschmeidigem Eisen sind, so brechen sie nicht plötzlich; ihr Bruch kündigt sich zum Voraus durch Risse an, die nicht immer senkrecht zur Richtung der Eisenfasern laufen. Es ist also von Wichtigkeit, sie von einer Zeit zur andern zu untersuchen, denn die auf diese Untersuchung verwendete Zeit, wie beträchtlich sie auch sein möge, wird immer nützlich angewendet sein.

Wenn man den Haspel zum Schlagen einrichtet, nimmt man die Kette von der Trommel und wickelt sie um den Fuß eines der Ständer des Bohrgerüstes; legt man sie alsdann wieder auf die Trommel, um den Bohrer anzuheben, so muß man sorgfältig darauf sehen, daß sie nicht verdreht sei, denn in solchem Falle würden die Kettenringe Stöße herbeiführen, die unter einer starken Belastung die Kette zerreißen könnten.

Damit der Bruch der Kette und ihr Herabfallen kein Unglück anrichte, ist es unerläßlich, den Arbeiter zu schützen, welcher die Bohrstangen an den Bohrwirbel zu hängen hat, und dessen Stand also fast ununterbrochen im Bohrgerüste zu sein pflegt. Er selbst muß noch außerdem die Vorsicht anwenden, sich sogleich unter sein Schutzdach zurückzuziehen, nachdem er das Anhängen bewirkt hat.

Die Arbeiter am Haspel müssen durch eine geneigte Bretterwand drei oder vier Meter über ihnen geschützt werden, damit diese die gebrochene Kette gegen den Haspel hinfallen läßt.

Das Bohrgerüst, von welchem eben die Rede gewesen, ist für große Tiefen bestimmt; ich gebe es als Modell der Bohrgerüste, welche sich für mein Abbohrsystem eignen und zwar für solche Personen, die in entfernten Gegenden Bohrarbeiten ausführen zu lassen wünschen, wohin ich gewöhnlich nur das Material zum eigentlichen Abbohren zu senden pflege. Während dieses Material unterwegs ist, läßt der Eigenthümer das Bohrgerüst aufstellen, welches zur Anwendung der gesendeten Werkzeuge dienen soll. Da der Eigenthümer nach den Bedingungen meiner Contracte alle Transportkosten zu tragen hat, so steht er sich hierbei oft weit besser, indem der Transport des Bohrgerüstes hin und zurück weit höher zu stehen kommt, als die Ausführung eines Bohrgerüstes an Ort und Stelle, was man dann immer wieder ohne großen Verlust loswerden kann.

Die viereckigen Bohrgerüste sind denen mit drei Ständern vorzuziehen, weil sie viel stabiler sind und auch die Aufstellung der Stangenzüge sich außerdem bequemer bewirken läßt. Bei der Länge ihrer Kappen kann man eine zweite Leitscheibe anbringen, über welche das zum Auslöffeln des Bohrloches dienende Drahtseil läuft.

Ich wendete sonst zwei Scheiben auf derselben Achse an und legte über jede eine Kette, welche an einem Bohrwirbel befestigt war; die eine dieser Ketten diente zum Abnehmen einer Stange, während die zweite niederstieg, um die folgende zu fassen und so umgekehrt. Da ich aber bei

diesem System nicht die erwartete Zeitersparniß fand, so habe ich es aufgegeben.

Einige Personen haben geglaubt, sich zum Anheben und Einhängen der Bohrstangen einer Reihe von Gegengewichten bedienen zu können; dieses ist ein anderes System, welches sich der Theorie nach gleich begreifen läßt, dessen Anwendung aber zahlreiche Uebelstände darbietet, weil es häufig schwierig ist, Stangen von genau gleicher Länge zu bekommen, und eben so schwierig, die Gegengewichte in verschiedenen Höhen anzubringen, wenn diese Gleichheit der Länge nicht obwaltet; die Zeit spielt bei dieser Operation, wie bei allen anderen, die Hauptrolle, und an ihr muß man hauptsächlich Ersparnisse zu machen suchen.

Ein Bohrgerüst für Bohrarbeiten von großer Tiefe muß auch so hoch als möglich sein, um den Zeitverlust zu vermindern, den das Abschrauben der Bohrstangen herbeiführt. Wird indessen die Arbeit durch Menschenhände verrichtet, so ist das Zerlegen des Bohrers in Stangen von 7 bis 8 Meter Länge ebenso leicht, als wenn diese Theile eine doppelte Länge hätten, weil die Arbeiter ebenso geschwind zwei kurze Stangen mit einander verbinden, wenn sie dabei einen Augenblick ausruhen, als eine längere, die nur eine geringere Geschwindigkeit gestattet. Wenn man aber, statt der Menschenhände, den Dampf oder die Wasserkraft anwendet, so muß man den Bohrer in großen Längen anheben, so daß zwei oder drei Stangen immer zusammen bleiben.

Ein hohes Bohrgerüst hat den Nachtheil, daß es nur mit großen Kosten versetzt werden kann, oder daß es jedesmal an Ort und Stelle erbaut werden muß. Ich glaube, daß es vortheilhafter sein würde, ihm nur eine Höhe von 12 Metern zu geben und es auf einem Fundament von massivem Mauerwerk aufzustellen, wo man zugleich auch die Maschinen zum Schlagen und zum Anheben anbringt. Diese Einrichtung würde auf eine merkliche Weise die Differenz der beiden Kettenschenkel vermindern, die in einem hohen Bohrgerüst in der Arbeit Aufenthalt bewirkt.

Für wenig tiefe Bohrlöcher wendet man nicht sehr hohe und leichte Bohrgerüste mit viereckiger Basis, wie das vorhergehende, oder bloß Bohrgerüste mit drei Ständern an, wovon im vierten Capitel bereits die Rede gewesen ist.

Von den Haspeln.

Ein einfacher Haspel ist eine Maschine, welche aus einem Rundbaume besteht, auf den ein Rad, gewöhnlich von großem Durchmesser, aufgezogen ist. Die Kraft und der Widerstand wirken hier an den Enden eines einfachen Hebels, dessen kleiner Arm dargestellt wird durch den Halbmesser des Rundbaumes, dagegen der andere lange Arm durch den Halbmesser des Rades. Diese beiden Kräfte verhalten sich demnach zu einander, wie der Halbmesser des Rundbaumes sich verhält zum Halbmesser des Rades. Wenn der erstere $0,^{m}20$, der zweite 2 Meter beträgt, und wenn der zu besiegende Widerstand oder die zu hebende Last 200 Kilogr. beträgt, so erfährt man die Kraft, welche diese 200 Kilogr. bloß im Gleichgewicht erhält, durch die folgende Proportion: die Kraft

$$P : 200 \text{ Kilgr.} = 0,^{m}20 : 2^{m}; \qquad P = 20 \text{ Kilogr.}$$

Der Haspel mit Zahnradvorgelege ist die Vereinigung von zwei oder drei einfachen Haspeln; hier verhält sich die Kraft zum Widerstande, wie

das Product der Halbmesser der Getriebe oder Rundbäume zu demjenigen der Räder. Wenn die Trommel Figur 1, Tafel 3 einen Halbmesser von 0,m15 und ihr Rad einen Halbmesser von 0,m40 hat; wenn ferner das Getriebe oder Vorgelege, welches das Rad in Bewegung setzt, einen Halbmesser von 0,m50 hat, und der zu äquilibrirende Widerstand 1500 Kilogr. beträgt: so findet man die Kraft durch folgende Proportion:

P: 1500 Kilogr. = 0,m15 × 0,m06 : 0,m40 × 0,m50; P = 67,50 ohne die Reibungen in Rechnung zu bringen.

Der Haspel Fig. 1 und 2 hat bloß ein Zahnradvorgelege und kommt in meinen Preiscouranten unter drei Nummern vor; nämlich als großes, mittleres und kleines Modell; die respectiven Schweren dieser Haspel betragen 1400, 800 und 350 Kilogr. und die Preise 2600, 1500 und 700 Francs. Das kleine Modell wird angewendet zu Bohrern von kleinem Caliber und hat weder das Rad mit Wellfüßen, noch die Ausrückevorrichtung; das mittlere Modell besitzt die Ausrückevorrichtung oder ein Rad mit Wellfüßen für Bohrlöcher von 100 Meter Tiefe. Das größte Modell ist mit diesen beiden Apparaten zum Schlagen versehen. Das Einrücken oder Kuppeln kommt in Anwendung, wenn lockeres Gebirge oder solches von mittlerer Härte durchsunken werden soll, und bei mittleren Tiefen des Bohrloches; das Rad mit Wellfüßen wird angewendet bei hartem Gestein, sowohl in geringen als in großen Tiefen. Die Figuren 1 und 2 stellen einen dieser Haspel nach dem großen Modell dar, und zwar ohne Ausrückevorrichtung, die man aber neben dem Rade mit Wellfüßen J J anbringen kann (man sehe die beiden Figuren). Dieser Haspel besteht aus zwei gußeisernen Ständern, offen an ihrem oberen Theile und bedeckt durch eine Kappe mit Druckschraube, welche die Lager festhält, zwischen welchen sich die Achse des Vorgeleges dreht. Die Lager können verändert und beliebig erhöht werden, um das gegenwärtige Vorgelege mit einem anderen größeren oder kleineren zu vertauschen. Durch diese Beweglichkeit der Zapfenlager unterscheidet sich diese Maschine von jener, deren ich mich vor einigen Jahren bediente. Die Welle des Vorgeleges wird nach der Mitte zu etwas stärker, um ihr im Verhältniß ihrer Länge auch Festigkeit zu ertheilen. Neben dem Vorgelege sind zwei Sperräder angebracht, deren Zähne in entgegengesetzten Richtungen zum Anheben des Bohrers in den beiden Bewegungsrichtungen des Vorgeleges angeordnet sind. Ein Sperrkegel g mit zwei Haken greift in das eine oder in das andere dieser beiden Räder; er ist angebracht auf einem Riegel, der auf die Ständer fest gebolzt ist und der den Abstand dieser beiden Ständer von einander sichert. Wenn man sich des Sperrkegels nicht bedient, so schlägt man ihn zurück auf den kleinen Klampen f. Die Welle des Vorgeleges ist in c d verlängert und wird durch die Aufhalteplatte e fest gehalten, welche den Raum a b = c d einnimmt. Wenn, um den Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers nieder zu lassen, das Rad sich allein drehen muß, so hebt man die Platte e, um das Vorgelege zu verschieben und auszurücken. Das Rad trägt einen Reif h h, so groß als möglich, um einen ähnlichen Zaum, wie denjenigen Figur 6 oder 7, oder einen Zaum mit parallelen Schenkeln und halbkreisförmig mit aufzunehmen, wie denjenigen des doppelten Haspels Fig. 10. Einer der Schenkel wird in diesem Falle an einem der Bolzen Y Fig. 2 und i Figur 1 befestigt, während der andere an dem Hebel angebracht wird, welcher den Zaum

drückt, und dessen kurzer Arm wird zurückgehalten durch den gegenüberliegenden Bolzen X. Die Trommel kann aus Holz oder aus Gußeisen gefertigt sein. Im ersteren Falle ist sie mit Bändern von starkem Blech, sieben bis acht Centimeter breit und ebenso weit aus einander liegend, beschlagen und mit weichem Eisen auf das Holz aufgenagelt. Trommeln dieser Art dauern sehr lange und gewähren den Vortheil, nicht so schwer zu sein, als gußeiserne.

Wenn man mit diesem Haspel eine Bohrarbeit beginnt, so wendet man ein Vorgelege von 18 bis 20 Centimetern an; bei einer Tiefe von 100 Metern nimmt man ein Vorgelege von 15 Centimetern und bei einer Tiefe von 150 oder 200 Metern ein Vorgelege von 10 — 12 Centimetern Halbmesser. Die Kurbeln, welche in den beiden ersten Fällen einfach sind, werden bei 150 bis 200 Metern Tiefe und darüber doppelt, damit ihre verlängerten Handhaben, um eine größere Zahl von Arbeitern anlegen zu können, sich nicht biegen. Man bringt in diesem Falle am Ende der Handhabe einen zweiten Kurbelarm Q′r′ von gleicher Länge mit Qr an, nur weniger stark, auch trägt derselbe noch eine kleine Handhabe mn, welche sich in einer blechernen Scheide bewegt, die in dem Balken k sitzt. Die Länge der Handhabe mn ist so eingerichtet, daß, wenn das Vorgelege ausgerückt wird, sie die Scheide nicht verläßt, wie groß auch die Geschwindigkeit sein möge, mit welcher der Bohrer niedersteigt. Diese doppelten Kurbeln bleiben immer dauerhaft, während bei einfachen Kurbeln die Handhabe bald die horizontale Linie verläßt und den Bruch der Kurbelarme herbeiführt.

Die gußeisernen Ständer oder Füße sind, wie man sieht, unten auf Holzstücke und zwar jeder mittelst drei Bolzen befestigt. Diese gußeisernen Stücke, welche sehr leicht zu sein scheinen, haben einen weit größeren Widerstand, wenn sie gut aufgestellt sind, als die andern Theile des Haspels; wenn man sie indessen zu Wagen versendet, so muß man sie sorgfältig mit Stroh umwickeln, wenn man sie nicht lieber in besondern Kisten verpackt.

Die Haspel der folgenden Nummern haben ein ähnliches Zahnradvorgelege, wie diejenigen, von welchen eben die Rede war, auch ähnliche gußeiserne Ständer, nur sind sie nicht offen, um Vorgelege von mehreren Durchmessern aufnehmen zu können.

Wenn man an dem großen Haspel mit beweglichen Zapfenlagern ein Vorgelege von kleinem Durchmesser z. B. von 9 oder von 10 Centimetern in Anwendung bringt, so muß es aus gehärtetem Eisen sein, weil bei seinem kleinen Halbdurchmesser es nicht möglich ist, daß drei, oder auch nur zwei Zähne gleichzeitig mit denen des Rades in Berührung stehen, aber ein einziger Zahn aus Gußeisen würde nicht hinlänglichen Widerstand ausüben können.

Leerrolle am Haspel. Wenn man bei einer Tiefe des Bohrloches von 250 Metern ein Vorgelege anwendet von halb so großem Durchmesser als beim vorhergehenden, so vermindert man die Geschwindigkeit der Trommel in demselben Verhältnisse, und dieses Resultat erhält man auch mit einer Leerrolle Figur 1, Tafel 4. Die in X befestigte Kette läuft um die Leerrolle Z und dabei durch einen Ring, der sie verhindert, die Leerrolle zu verlassen, nimmt dann ihren Weg über die gewöhnliche zurückgeschobene Rolle in Y, so daß die Mitte der beiden parallelen Ket-

tenzüge durch die Achse des Bohrloches läuft und auf die Trommel des Haspels hinabsteigt. Man sieht, daß, um den in q befestigten Bohrer um eine gewisse Quantität zu heben, auf die Trommel sich doppelt so viel Kette aufwickeln muß, als die gewöhnliche Rolle oder Scheibe erheischt. Daraus ergiebt sich, daß die an den Kurbeln anzuwendende Kraft sich zu derjenigen verhält, welche man in dem Falle der einfachen Scheibe anwendet, wie 1 zu 2. Die Substitution einer beweglichen Rolle bei einem Vorgelege mit kleinem Durchmesser gewährt den Vortheil, daß man eine halb so starke Kette anwenden kann, deren Festigkeit man um ⅓ oder ¼ erhöhen mag, während die Ketten, deren Eisenstärke 28 Millimeter beträgt, schon stark genug für die kleinen Trommeln sind, auf welchen ich sie anwende. Eine Kette mit beweglicher Rolle, um den vierten Theil ihrer Stärke vermehrt, wird also weit mehr Sicherheit gewähren, als eine doppelt so starke Kette auf einer Leitscheibe.

Wenn man mit der beweglichen Rolle einen hinlänglich großen Theil des Bohrers angehoben hat, so daß man nun die andere Scheibe anwenden kann, so befestigt man die erste und ihre Kette an einem der Ständer des Bohrgerüstes und hat keine andere Veränderung vorzunehmen, als daß man die Kette an den Haken der Trommel hängt. Von den beiden Ketten hat jede ihre feste Scheibe auf den Kappen des Bohrgerüstes dergestalt, daß sie neben einander liegen; wenn ihr Durchmesser von der Art ist, daß ihre Achsen sich behindern, so hebt man die eine oder die andere auf Frösche, die auf die Kappen gebolzt sind.

Der beweglichen Rollen bedient man sich nur zum Anheben des Bohrers; wollte man sich derselben auch zum Hinablassen bedienen, so würde dies viel Zeit in Anspruch nehmen, indem zum Anschrauben des Bohrwirbels an jede Stange viel Zeit erforderlich sein würde.

Um den Bohrwirbel mit der einfachen Kurbel anzuheben, wendet man eine Peitsche Figur 5, Tafel 3 an, in deren Schlinge man das Ende der Handhabe bringt; die Länge der Peitsche ist ungefähr halb so lang, als der Kurbelarm. Da die zu hebende Last sehr gering ist, so setzen zwei Arbeiter mit diesem Werkzeug den Haspel mit großer Geschwindigkeit in Gang. Bei einer doppelten Kurbel wendet man, statt der Peitsche, ein kleines Seil doppelt so lang als der Kurbelarm an; drei oder vier Arbeiter haben jeder das ihrige und sie drehen weniger schnell, als mit der kleinen Peitsche, immer aber noch schneller, als wenn sie direct an den Kurbeln angelegt sind.

Doppelter Haspel. Ein Haspel mit doppeltem Zahneingriff ist nichts anderes, als eine Verbindung zweier einfacher Haspel. Das Vorgelege **A** und das Rad **D** Figur 10, Tafel 3 bilden einen solchen Haspel. Neben dem Vorgelege **A** befindet sich ein zweites **B**, welches mit demselben Rade **D** im Eingriffe steht, und welches durch die Verzahnung eines zweiten Rades, auf derselben Achse **ab**, mit dem Vorgelege **A** zugleich bewegt wird. Die beiden Vorgelege und das große Rad sind neben dem Ständer des Haspels angebracht; das kleine secundäre Rad liegt über dem ersteren um einen Betrag, welcher der Dicke des Vorgeleges plus 10 oder 15 Millimetern gleich ist, so daß, wenn man vom einfachen zum doppelten Vorgelege übergehen will, man bloß das Vorgelege **A** so weit zu verschieben braucht, bis es mit dem kleinen Rade **c** im Eingriffe steht, und in demselben Augenblick das große Rad verläßt. Hieraus ist ersichtlich, daß, ohne

den Ort der Kurbeln zu verändern, die an der Achse nn des einfachen Vorgeleges angebracht sind, man zwei verschiedene Geschwindigkeiten erlangt. Die beiden gußeisernen Ständer sind an ihrem untern Theile fixirt; wie es auch der Fall ist bei denen der Haspel in Figur 1 und 2. Ihre Köpfe werden festgehalten durch ein drittes Band, welches in zwei Schenkel zz', zz' zerfällt, von denen jeder seine Schraubenmutter trägt. Die rechtwinkelige Oeffnung der Ständer ist so eingerichtet, daß sie die schwalbenschwanzförmigen Zapfenlager aufnehmen kann. Auf dem Bande oben ist eine Aufhalteplatte angebracht, welche die Welle ab des zweiten Vorgeleges hält, und auf dem Ständer, welcher demjenigen der Figur gegenüberliegt, befindet sich ein ähnliches Stück, wie ersteres, um die Vorgelege A eingerückt oder ausgerückt zu halten. Die Achse dieses Vorgeleges trägt ein Sperrrad, dessen Sperrkegel im auf einer Achse i befestigt ist. Letztere ist auf einem der Fundamentstücke des Haspels durch zwei Bolzen mit Oehr jk befestigt. Dieselbe Achse trägt ein Zaumband von 70 Centimeter Durchmesser, dessen Bremskraft weit mächtiger ist, als diejenige des eisernen Bandes, an dem Haspelrade der Figur 1 und 2 angebracht, weil man nämlich weniger Kraft anzuwenden hat, um den Bohrer zurückzuhalten, wenn man nicht um Ende des Halbmessers des Rades, sondern an der Kurbel des Vorgeleges die Kraft zur Anwendung bringt. Dieser Zaum besteht aus einem Halbkreis aus Stoffeisen tuVYX, mit Holz gefüttert (siehe Fig. 8) in 5 oder 6 Stücken von bloß 3 oder 4 Centimeter Dicke; das Holz wird am Eisen festgehalten durch Schrauben oder Niete. Im letzteren Falle versenkt man im Holze die Köpfe etwa um den Drittel seiner Dicke, um ihren Contact mit dem Eisenbande zu vermeiden, welches sie sonst bald riesig machen würden. Nachdem der Halbkreis auf diese Weise hergestellt ist, indem er durch zwei Schenkel gebildet wird, die beide mit Zapfenbändern versehen sind, von denen das eine an einer verticalen Stange mit Gestämme f'g', die mit dem Fundamente des Haspels verbolzt ist, und das andere mit dem Hebel hef verbunden ist, der sich um f, das Ende der Stange fg bewegt, welche der ersteren f'g' ähnlich ist, so ist es von Belang, den Zapfenbändern und allen Stücken, aus denen der Zaum besteht, noch größere Festigkeit zu geben, als die Kraftäußerung erheischt, die derselbe auszuhalten hat, um sich so gegen jeden Unglücksfall zu sichern. Der Reif des Zaumes muß vollständig oder wenigstens von sehr großem Halbmesser sein, weil die Ausdehnung seiner Felge, wenn sie derjenigen eines gewöhnlichen Rades ähnlich wäre, ihn zersprengen würde; da nun aber diesem Stücke der Bohrer von 500 oder 600 Meter Länge anvertraut ist, so würde ein Zersprengen desselben sehr schlimme Folgen haben.

Wenn man sich nur des einfachen Zahnradvorgeleges bedient, so wird das Vorgelege B aus dem großen Rade ausgerückt, oder größerer Bequemlichkeit halber legt man es bei Seite in die Vertiefung L, welche vorgerichtet ist, um die Achse des Vorgeleges aufzunehmen.

Das große Rad D trägt einen Kreis, von welchem es durch Zapfen von 6 bis 7 Centimeter Durchmesser getrennt ist, welche einem zweiarmigen Hebel eine alternirende Bewegung mittheilen, die auf den Bohrer durch Vermittelung des Bohrgerüstschwengels, oder durch die einfache Scheibe übertragen wird, wenn das die Bewegung erzeugende Gewicht nicht sehr beträchtlich ist (s. Tafel 3, Fig. 8).

Die Zähne dieses Doppelhaspels haben auf der Schrift eine Breite von 0,m025. Wenn man in Erwägung zieht, daß in dem Augenblick, wo der Bohrer angehoben wird, besonders in thonigen Schichten, die Geschwindigkeit der Räder sehr gering ist, und daß außerdem der zu besiegende Widerstand häufig zehnmal größer als derjenige von Seiten des Bohrergewichtes allein zu sein pflegt; so wird man die Bemerkung machen, daß eine Breite von 0,m025 noch nicht soviel austrägt, als die in der Mechanik angenommenen Formeln verlangen. Der Bohrmeister muß deßhalb vermeiden, seinen Haspel über die wahrscheinliche Widerstandskraft der Räder hinaus anzugreifen und sich lieber zu beträchtlichen und kurz anhaltenden Kraftäußerungen eines Schwengels oder einer Leerrolle oder jeder andern mächtigen Maschine bedienen.

Man giebt dem Radkranze in der Praxis eine Breite, welche $\frac{2}{3}$ der Dicke des Zahnes, auf der Schrift gemessen, beträgt. Diese Breite wird noch verstärkt durch eine innere Rippe, deren Höhe und Dicke derjenigen des Radkranzes gleich sind. Diese totale Breite des Radkranzes ist ausreichend im Vergleich zur Stärke des Zahnes und für eine regelmäßige Bewegung, aber sie genügt nicht für die Bewegungen des Bohrers, welche so starke Stöße verursachen, daß die Zähne zerbrechen. Wie stark die Zähne auch sein mögen, so brechen sie dennoch. Man ist alsdann genöthigt, sie durch eiserne Zähne zu ersetzen, welche schwalbenschwanzförmig eingesetzt werden (siehe Fig. 3, Tafel 3). Der in die Radfelge zu machende Einschnitt muß für Zähne von mittlerer Stärke 4 bis 5 Millimeter betragen. Wenn man mehrere dergleichen Zähne neben einander einsetzt, so schwächt man die Felge sehr, und um eine solche Schwächung zu vermeiden, muß man der Felge wenigstens eine Breite geben, die derjenigen des Zahnes gleichkommt.

Ein Haspel mit einfachem Zahnradvorgelege kann durch eine hölzerne Schiffswinde ersetzt werden. Es betrage der Halbmesser am Rundbaum oder am Haspel mit Zahnradvorgelege 0,m15, der Halbmesser des Rades 0,m60, derjenige des Vorgeleges 0,m10, der Kurbelarm 0,m50, der zu besiegende Widerstand bei einer Tiefe von 240 Metern 2400 Kilogr., so wird man finden aus der Proportion

$$P : 2400 \text{ Kilogr.} = 15 \times 10 : 60 \times 50$$

daß eine Kraft P von 120 Kilogr. die Last des Bohrers äquilibrirt. Wenn man 0,m15 für den Halbmesser der Trommel einer Schiffswinde giebt, in welcher man zwischen der Kraft und dem Widerstande dasselbe Verhältniß, wie oben, zu haben wünscht, so erhält man dieses aus der Proportion

$$120 : 2400 \text{ Kilogr.} = 0{,}15 : R.$$

Der Halbmesser R des Rades der Schiffswinde wird 3 Meter sein. Die Figur 9 der Tafel 3 entspricht diesen Bedingungen für das Rad und den kleinen Cylinder; neben demselben findet man einen von doppeltem Durchmesser für eine geringere Tiefe; letzterer trägt ein Zaumband, dessen Hebel zu gleicher Zeit als Reif dient. Wenn die Tiefe des Bohrloches sehr groß wird, so muß man entweder den Durchmesser des Rades auf eine sehr beträchtliche Weise vergrößern, was unbequem wird, oder die Schiffswinde anwenden, indem man sie mit einer beweglichen Rolle oder selbst mit Flaschenzügen anwendet. Dieses Mittel bedient sich Hr. Mulot, aber ich finde, daß es sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

In solchem Falle wende ich die Dampfmaschine an meinen gewöhnlichen Haspeln an. Die Uebertragung ihrer Bewegung auf den Bohrer erfolgt ganz einfach und macht höchstens 3 oder 4 Arbeiter nothwendig. Hr. Laurent, als er sie bei der Bohrarbeit zu Donchery in Anwendung brachte, gab dem Conducteur folgende Instruction, die ich gebilligt und für alle Bohrarbeiten, bei denen dieser Motor in Anwendung kommt, als allgemeine Regel aufgestellt habe:

Die Anwendung des Dampfes bei den Bohrarbeiten macht von Seiten des Arbeiters, der das Feuer der Maschine zu beschicken hat, die größte Vorsicht nothwendig, besonders wenn diese Maschinen unter übeln Bedingungen aufgestellt sind, was häufig eine natürliche Folge der geringen Stabilität ist, welche unsere Abbohreinrichtungen darbieten, für welche die kurze Dauer der Arbeiten es schon verhindert, den Aufwand zu machen, der zu einer untadelhaften Einrichtung erforderlich sein würde.

Da der Wasserspiegel im Kessel der erste auf eine zuverlässige Weise zu bestimmende Gegenstand ist, so muß der Heizer denjenigen Wasserstand, bei welchem die Dampfpfeife sich vernehmen läßt, so reguliren, daß das Wasser niemals im Kessel unter 0,^{m}10 über der sogenannten Heizfläche (d. h. denjenigen Theil des Kessels, den die Flamme beleckt) sinken kann. Dieser Wasserstand muß dem tiefsten Punkte, bis auf welchen der Schwimmer sinken kann, entsprechen. Ist dieser Punkt erreicht, so muß die Dampfpfeife sich hören lassen, um daran zu erinnern, daß der Kessel sogleich mit Wasser zu speisen sei. Wenn das Wasser 0,^{m}15 über der Heizoberfläche steht, so muß die am Ende des Schwimmers angebrachte Zeigernadel auf 0 zeigen. Man darf den Wasserstand nicht über 0,^{m}05 dieser 0 erhöhen. Bei diesem Punkte muß die Dampfpfeife sich ebenfalls vernehmen lassen, um anzuzeigen, daß nicht weiter gespeist werden dürfe.

Vier- oder fünfmal täglich muß der Heizer seinen Schwimmer oscilliren lassen, um sich zu überzeugen, daß er noch gut seine Dienste leiste.

Der Rost muß immer mit einer Quantität Steinkohle bedeckt sein, die nicht über 0,^{m}15 beträgt, indem diese Quantität ausreichend ist, wenn sonst das Feuer gut unterhalten wird. Der Heizer muß von 10 zu 10 Minuten seine Kohlen wenden, die zusammengeklebten Theile zerschlagen und mit der größten Sorgfalt die gebildeten Schlacken vom Herde nehmen, die sich sonst am Roste festsetzen und denselben verbrennen. Er muß immer den Rost ganz rein erhalten. Wenn ein Roststab verbrannt ist, so krümmt er sich, und wird derselbe nicht zeitig herausgenommen und durch einen andern ersetzt, so zieht er den Verlust der ihm zunächst liegenden Stäbe herbei. Um diese verbrannten Stäbe zu ersetzen, muß man deren immer ein halbes Dutzend vorräthig haben.

Wenn das Feuer belebt werden muß, so braucht man bloß die Registerplatte zu heben, deren Gegengewicht für diesen Zweck sich im Bereiche des Arbeiters befinden muß, dem die Ueberwachung des Feuers anvertraut ist. Dieser muß auch den Aschenfall seines Ofens immer rein erhalten und nie die Asche sich hier anhäufen lassen, denn sie unterhält unter dem Rost eine Wärme, welche dem Zuge nachtheilig ist. Dieser Arbeiter muß vielmehr, wenn der Zug zu schwach sein sollte, von Zeit zu Zeit Wasser in das Aschenloch gießen, um die Wärme desselben abzukühlen.

Wenn der Schlot des Ofens von der Art wäre, daß er einen schlechten Zug hätte, entweder wegen seiner geringen Höhe, oder wegen des kleinen

Durchmessers seines Durchschnittes, so könnte man diesem Uebelstande bloß dadurch abhelfen, daß man den beim Entweichen aus dem Dampfcylinder verloren gehenden Dampf in den Schlot einstreichen ließe.

Der Heizer muß immer darauf sehen, daß sein Manometer, welches so zweckmäßig angebracht sein muß, daß er es beständig im Auge haben kann, nie eine größere Zahl von Atmosphären anzeige, als die Glocke des Dampfkessels; ja er muß sich immer bei Kesseln mit Hochdruck um ½ Atmosphäre darunter halten.

Wenn, weil die Maschine angehalten wird, oder wegen jedes anderen Umstandes, die Consumtion des Dampfes aufhört, so muß der Heizer sogleich sein Register verschließen und die Thüren seines Ofens öffnen. Wird die Maschine bloß angehalten, und dauert dieses lange Zeit, so muß er sein Feuer mit den Kohlentrümmern bedecken, welche durch den Rost gefallen sind. Hierbei hat er darauf zu sehen, sie von allen den Schlacken zu befreien, welche sie begleiten. Er kann auch diesen Umstand zur Unterhaltung seines Feuers benutzen.

Die beiden Ventile, welche sich gewöhnlich an den beiden Enden des Kessels befinden, müssen sogleich in Thätigkeit treten, sobald die Zahl der auf dem Stempel angegebenen Atmosphären vom Manometer angezeigt wird; sie müssen den Ueberschuß des Dampfes entweichen lassen; deßhalb darf man auch nichts zu ihrer bestimmten Belastung hinzufügen und muß darauf sehen, daß die beiden einander berührenden Kronen niemals an einander festhängen. Der Heizer muß mehrmals täglich den Hebel emporheben, um sie spielen zu lassen und sich von ihrer Beweglichkeit zu überzeugen.

Wenn der Wasserstand tief ist, so muß man gleichzeitig die Speisungspumpe in Thätigkeit setzen und das Feuer dergestalt schüren, daß das Herabsinken der Temperatur durch das Einpumpen von Wasser von geringem Wärmegrad die Spannung des Dampfes nicht herabsinken lasse; zu gleicher Zeit muß auch die Geschwindigkeit der Maschine vermindert werden.

Der Kessel muß wenigstens einmal monatlich gereinigt werden, wenn das Wasser keine Salze enthält, die sich an den Wänden ansetzen könnten, und wenigstens alle 14 Tage im entgegengesetzten Falle. Für den Zweck dieser Operation läßt man zuerst das Feuer ins Aschenloch fallen, öffnet dann einen Abzugshahn am untern Theile des Kessels (manchmal ist dieses ein Hebersystem, welches bis auf 3 oder 4 Centimeter vom Boden niedertaucht, und der Dampf treibt dann durch seinen Druck das Wasser durch diese Oeffnung aus), und sieht darauf, vorher die Röhren anzubringen, welche dieses Wasser außerhalb des Gebäudes führen, und sie so anzuordnen, daß die dabei angestellten Arbeiter nicht vom kochenden Wasser getroffen werden können; man muß den Hahn mit Vorsicht öffnen. Sobald der Kessel leer ist, öffnet man das Steigloch, welches gewöhnlich am oberen Theile angebracht ist, und nimmt die Siederöhren heraus, wenn der Kessel mit solchen versehen ist; man begünstigt mit einem Worte so viel wie möglich das Abkühlen des Kessels, damit ein Arbeiter einsteigen könne, nachdem die Wärme erträglich geworden ist.

Wenn sich eine sogenannte Kruste am Kessel angesetzt hat, so zertrümmert man dieselbe mittelst eines kleinen Spitzhammers und befreit das Kupfer vollständig von diesem Ueberzuge. Dieser Ueberzug verhin-

dert die unmittelbare Berührung zwischen Wasser und Kupfer, erschwert das Erkalten des letzteren und macht es dem Feuer möglich, das Kupfer bis zur Rothgluth zu bringen. Die Spannung des Dampfes kann dann eine Auftreibung und endlich eine Explosion bewirken.

Sobald sich ein Spalt bemerkbar macht, entweder als Fehler des Kupfers, oder in Folge eines schlecht angebrachten Nietes, so muß man sogleich, wie gering auch diese Oeffnung sei, Abhülfe bringen, denn wenn die Oeffnung unbedeutend ist, so kann das Wasser in Folge seiner Verdunstung eine Erhöhung der Temperatur an dieser Stelle nicht verhindern, ja das Wasser wird sogar durch das rothglühende Eisen, mit welchem es sich in Berührung befindet, zersetzt. Sein Sauerstoff wird von dem Metall angezogen, welches in den Zustand des Oxydes übergeht, und sein Wasserstoff trägt durch seine Verbrennung zur Erhöhung der Temperatur an dieser Stelle bei. Die krankhafte Stelle ist also geneigt, sich mehr und mehr und sehr rasch abzunutzen.

Mehrere Substanzen werden gegen die Bildung des Kesselsteines angewendet, unter andern Thon, Kartoffeln u. s. w. Man kann auch die Wandungen mit einer Mischung von Schweinefett und Graphit reiben.

Die Speisungspumpe muß immer in einem vollkommenen Zustand erhalten werden; die Liderung, in welcher der Kolben läuft, muß häufig erneuert werden; sie wird jederzeit hergestellt aus mit Talg getränktem Hanf und muß mäßig fest geschraubt werden. Der Reservoir der Wergpresse muß immer voll Wasser sein, und man muß verhindern, daß das Oel von hieraus in die Pumpe gelange. Das Einfetten der Bläuelstange, welche den Kolben treibt, muß demnach mit Vorsicht ausgeführt werden; denn befindet sich das Oel erst in der Pumpe, so dringt es auch in den Ventilträger und hemmt die Ventile in ihrer Thätigkeit. Wenn dieser unangenehme Zufall sich ereignen sollte, so muß man die Ventile herausnehmen, sie vollständig reinigen und mit ein wenig feinem Sand abschleifen. Manchmal tritt auch der Fall ein, daß die Ventile nicht mehr thätig sind, wenn nämlich der Deckel des Ventilträgers nicht gut paßt und die Luft entweichen läßt. Wenn die Ventile in Folge eines Constructionsfehlers sich in die Quere legen, so hört ihr Spiel ebenfalls auf. Damit sie sich wieder an ihre Stelle begeben, braucht man nur den Saughahn der Pumpe rasch zu schließen und wiederum zu öffnen. Dieser Hahn ist der einzige, den man auf diese Weise öffnen und schließen darf; alle andern Hähne müssen langsam geöffnet und ebenso auch geschlossen werden, weil sonst leicht die Röhren bersten.

Da der Dampfcylinder der Hauptheil der Maschine ist, so muß man darauf sehen, daß Alles, was zu seinem regelmäßigen Gange beiträgt, mit der größten Sorgfalt im Stande gehalten werde. Wenn die Vertheilung des Dampfes durch einen Schieber bewerkstelligt wird, so muß derselbe vollkommen regulirt werden; geschieht es durch eine Muschel, so muß dieselbe vollkommen aufgeschmirgelt sein, so daß sie keinen Dampf entweichen läßt, ohne daß jedoch ihre Reibung hart sei. Der Kolben muß jeden Monat wenigstens einmal herausgenommen und gereinigt werden, um sich zu überzeugen, ob die Federn noch ihre Elasticität besitzen, oder ob nicht welche davon zerbrochen sind, was häufig vorkommt; auch ist es nothwendig, stets eine Garnitur solcher Federn, zum Austauschen der verdorbenen, vorräthig zu haben. Die Kolbenstange muß in einer Liderung laufen, die im

Cylinderdeckel angebracht ist. Diese Liderung muß alle 4 oder 5 Tage erneuert werden; sie besteht aus locker zusammen geflochtenem Hanf und muß deßhalb so oft erneuert werden, weil sie stets einer hohen Temperatur ausgesetzt ist und, ungeachtet des gewöhnlichen Einfettens, doch bald so hart wird, daß sie die Kolbenstange sehr bald riefig machen und abnutzen würde.

Das Einfetten der Dampfbüchse oder Vertheilungsmuschel, des Kopfes der Kolbenstange, des Gelenkes, welches die beiden Kurbeln mit einander verbindet, muß mit äußerst reinem Rindsklauenfett und ebenso auch das Einfetten des Kolbens bewerkstelligt werden. Das gewöhnliche Oel, das Schweinefett und der Talg genügen für alle anderen Theile des Mechanismus.

Das Rohr, durch welches der Dampf in den Cylinder tritt, muß mit geeigneten Substanzen umgeben sein, um jeden Wärmeverlust zu vermeiden, besonders wenn die Oertlichkeit es nicht gestattet hat, die Entnehmung des Dampfes aus dem Kessel tiefer anzubringen, als seinen Eintritt in den Cylinder. Die Verdichtung des Dampfes, welche in diesem Rohre stattfindet, liefert Wasser, welches in den Cylinder getrieben wird und hier sehr nachtheilig ist; denn da es aus demselben nicht kräftig genug ausgetrieben werden kann, wenn die Oeffnung, aus welcher der Dampf entweicht, aufgeschlossen ist, so bleibt es im Cylinder in einem zu engen Raum eingeschlossen und wird so zusammenengepreßt, daß Alles darüber zertrümmern kann. Ein solches Ereigniß kann schon herbeigeführt werden, wenn die Maschine, nachdem sie 2 oder 3 Minuten lang angehalten worden ist, plötzlich in Gang versetzt wird; es kann alsdann eins der Enden des Cylinders abbrechen und die Kolbenstange verbogen werden. Man begegnet einem solchen Ereigniß, indem man am Deckel und am Boden des Cylinders zwei kleine Reinigungshähne anbringt, die man jedesmal öffnet, so oft man die Maschine in Bewegung setzt, ja selbst manchmal während ihres Ganges, wenn man den Stoß des Wassers im Cylinder vernimmt.

Die Fugen werden verstrichen mit einem Kitt aus 1 Theil Bleiweiß, mit Leinöl angerieben, und 2 Theilen Mennige bestehend. Man schlägt diese Mischung mit einem schweren Hammer, bis sie einen ziemlich weichen Teig liefert, welcher sich nicht mehr an den Händen anhängt. Man setzt alsdann noch Hanf zu, den man in fünf Millimeter Länge zerschnitten hat, um der Masse größere Consistenz zu geben.

Handhabung des Erdbohrers.

Wenn es sich darum handelt, den Bohrer ins Bohrloch einzuhängen, so muß der Haspel zum Schlagen mittelst eines Ausrückemuffes, der ihn mit der Dampfmaschine verbindet, von letzterer getrennt und in den Zustand der Ruhe versetzt sein, während der Haspel zum Anheben, der hier in Thätigkeit treten soll, abwechselnd mit der Maschine verbunden und von derselben ausgerückt wird durch einen sogenannten Muff zum Einrücken und Ausrücken.

Vier Arbeiter sind erforderlich zum Einhängen und Anheben des Bohrers. Der erste, oder der Bohrmeister, muß am Haspel stehen, um den Zaum und die Maschine in Thätigkeit zu setzen. Der zweite stellt sich neben das Bohrloch, um die Bohrstangen an- oder abzuschrauben und

den Stangenschlüssel zu legen oder wegzunehmen, in dem Maße als die Stangenschlosse sich darbieten; der dritte steht im Bohrgerüst in der Höhe der Stangen, um sie anzuhängen oder aus dem Bohrwirbel auszuhängen; und endlich ein vierter beaufsichtigt das Feuer, regt das Schwungrad an, wenn die Maschine, im todten Punkte angehalten, über denselben nicht hinaus kann.

Wenn der Bohrmeister den Bohrwirbel empor zum oberen Ende des einzuhängenden Bohrers steigen lassen will, (wir nehmen an, daß der Bohrer sich im Loche befinde und daß sein Stangenschloß auf dem Stangenhaken aufruhe) so rückt er das Vorgelege des Haspels von der Leerrolle, auf welcher es saß, auf die Welle der Maschine mittelst des Einrückemuffes, öffnet den Dampfhahn, der durch eine Transmission der Bewegung sich im Bereiche seiner Hand befinden muß, und die Maschine tritt in Gang. Das Vorgelege treibt das Rad, auf welchem die Kettentrommel befestigt ist; die Kette wickelt sich auf und hebt den Bohrwirbel, welcher, sobald er in die gewünschte Höhe gelangt ist, den obern Theil einer Bohrstange aufnimmt, welche der Arbeiter darbietet, und er nimmt ihn alsdann bis zur Höhe des Stangenschlosses des Werkzeuges ab, welches man eben am Bohrer anbringen will. Der Bohrmeister schließt alsdann den Dampfhahn, und Alles steht still, während er seinen Zaum herabläßt und ihn gegen die Scheibe drückt, die auf eine unveränderliche Weise am Vorgelege befestigt ist, und die er mehr oder weniger frei läßt, je nachdem er auf den Zaum drückt oder denselben emporhebt. Auf diese Weise läßt er ganz sanft den Bohrer hinabgleiten, so daß der Arbeiter, welcher mit dem Schrauben beauftragt ist, dieses bequem mittelst eines Drehschlüssels verrichten kann. Ist dieses geschehen, so rückt der Bohrmeister von Neuem ein, hebt seinen Zaum und läßt die Maschine eine Umdrehung machen, um den Bohrer über den Stangenhaken zu heben und einem Arbeiter Gelegenheit zu geben, denselben wegzunehmen, während der Bohrmeister auf seinen Zaum drückt, die Maschine ausrückt und den Bohrer bis an sein oberes Ende, welches vom Stangenschlüssel unterfangen wird, hinabgleiten läßt; es beginnt nun eine ähnliche Operation für eine folgende Bohrstange.

Ich habe bis jetzt den Kessel Figur 4, Tafel 23 angewendet und rechne bei der ersten Gelegenheit darauf, vom cylindrischen Kessel des Herrn C. Beslay Gebrauch zu machen, der jede Construction aus Mauerwerk unnöthig macht und von geringerem Gewicht ist.

Sechstes Capitel.

Von den verschiedenen Werkzeugen zum Abbohren und von den dabei erforderlichen Hülfswerkzeugen. *)

Accessorische Werkzeuge.

Ein Schraubenschlüssel oder Drehschlüssel (Figur 1, Tafel 2) ist ein Werkzeug, mit welchem man den Bohrer ergreift, um ihn in der einen oder in der andern Richtung zu drehen. Derselbe muß aus weichem Eisen gefertigt sein; die Biegung seiner Gabel ist verstärkt, abgerundet und ohne scharfe Ecken; ebenso muß diejenige Portion, welche der Arbeiter in der Hand hält, rund und geglättet sein, damit er seine Kraft daran ausübe, ohne zu ermüden.

Der Drehschlüssel (Figur 2) ist dem ersten ähnlich, außer daß er an seinem Ende eine Linse trägt, die ihm an dieser Stelle Schwere verleiht und dazu beiträgt, ihn mit der Stange rasch zu drehen und zwar beim Aufschrauben oder Zuschrauben, wozu man ihn anwendet.

Der Stangenhaken oder Stangenschlüssel (Figur 3 und 4) ist ein Stück, auf welchem der Bohrer beim successiven Einhängen oder Abnehmen der einzelnen Bohrstangen ruht. Sein Widerstand steht mehr im Verhältniß seiner Breite als seiner Dicke, sein Stiel ist gekröpft, um die Handhabung desselben zu erleichtern.

Die Figuren 5, 6 und 7 sind Drehschlüssel, die zu den Reihen der sogenannten Schürfbohrer gehören.

Die Figur 8 ist ein doppelter Drehschlüssel, mit Druckschraube. Er besteht aus einem hölzernen, mit Eisen beschlagenen Schaft, der an der Seite nach der Form der Stangen ausgehöhlt ist; zwei Bolzen durchsetzen denselben, die eine A B bildet ein Scharnier mit einem Deckel C; der andere D P, welcher in einen halbflachen Theil, hat ein Loch X, in welches man einen Vorsteckstift bringt, der dazu dient, den Deckel festzuhalten. Da die Bohrstange in dem Zapfenloche K eingeschlossen ist, so befestigt man den Drehhebel an derselben, indem man die Druckschraube Z einsetzt, welche in eine Spitze ausläuft. Um diesen Drehhebel höher oder niedriger zu bringen, braucht man bloß die Schraube zu lüften, indem man das Vorsteckstiftchen in seinem Loche läßt, und die Schraube von Neuem anzuziehen, wenn die gewünschte Höhe erreicht ist.

Ich bediente mich ehemals eines Drehhebels Figur 9, der noch bei einigen Ingenieurs, die sich mit Bohrarbeiten abgeben, im Gebrauch ist.

---

*) In diesem Capitel handle ich bloß von dem, was sich auf die Systeme bezieht, die ich selbst anwende; deßhalb habe ich hier die Werkzeuge zum Ausreißen der Sicherheitsröhren weggelassen, die im folgenden Capitel abgehandelt werden sollen.

Die Bohrstange sitzt in einem Zapfenloche V, in welchem sie fest gehalten wird durch einen Keil aus Ulmenholz S.

Aber dieser Drehhebel ist unvollkommen, weil auf hartem Gestein, in Folge der Schläge des Bohrers, der Keil locker wird, und weil man oft genöthigt ist, den Drehhebel emporzuheben, um ihn wieder an seine richtige Stelle zu bringen. Es trat auch noch der Fall ein, daß, nachdem sich der Bohrer gefüllt hatte und derselbe einen Meter gehoben werden sollte, man starke Schläge auf den Keil geben mußte, damit er sich löse, was mit dem Uebelstande verbunden war, daß der ganze Bohrer in eine zitternde Bewegung gerieth, so daß die Portion des Bohrsandes, welche im oberen Theile des Bohrers festgehalten wurde, wieder hinabstürzte.

Figur 10 ist auch ein Stangenschlüssel, welcher von demjenigen in Figur 3 und 4 dargestellten sich nur dadurch unterscheidet, daß er mittelst einer Kette an einem der Ständer des Bohrgerüstes befestigt wird, während der andere auf der Bohrscheibe des Bohrloches durch einen starken Pflock mit Bändern festgehalten wird.

Figur 11. Der Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers unterfängt jede Stange unter dem Schraubengewinde, um sie aus dem Bohrloche herauszuheben oder in dasselbe einzuhängen; er besteht aus zwei horizontalen Theilen A und C, vereinigt durch zwei Schenkel B B, die mit dem ersten Theil aus dem Ganzen sind, und am zweiten durch die Niete ihrer Enden unter dem genannten Stück oder durch Schraubenmuttern befestigt sind, welche auf die mit Schraubengewinden versehenen Enden aufgeschraubt werden. Das nämliche Stück C ist mit einem Einschnitt X versehen, in welchen die Stange eintritt und sich mittelst der Ausladung, die man für diesen Zweck unter dem Zapfen anbringt, festsetzt und durch ein Querstück D zurückgehalten wird, welches sich um einen Bolzen S bewegt (damit die Stange eintreten und austreten kann), das man mittelst eines Vorstecksiftes t befestigt, und welches hier durch einen Ring geht und sich in das Stück D an der dem Bolzen S gegenüberliegenden Seite setzt.

Figur 12 giebt den Stangenhaken des Herrn Flachat, welchem man den Namen des geschickten Ingenieurs gegeben hat, der sich während einiger Jahre mit Bohrarbeiten beschäftigt und darin wichtige Verbesserungen angebracht hat. Dieser Stangenhaken besteht aus einer zweischenkeligen Platte A B mit einem Einschnitte C, welcher größer ist, als der Durchschnitt der Bohrstange und an seinen Seiten mit einem verstählten Theile D D umgeben ist. Zwei Zapfenbänder mit Ring vereinigen den Stangenschlüssel mit der Kette oder dem Tau des Bohrgerüstes. Dieses Werkzeug gewährt den Vortheil, den Bohrer in einer beliebigen Höhe und an einem glatten Theile vermöge des schrägen Druckes festzuhalten, welchen die Last des Bohrers den Stangenhaken auf die beiden Kanten ausüben läßt, welche dem Zapfenloche oder dem Einschnitte gegenüber liegen. Dieses Werkzeug ist sehr nützlich, besonders bei Unglücksfällen, wo man eine Bohrstange nicht bis zur Ausladung emporheben kann, um sie mit dem Stangenhaken zu unterfangen, und sonst genöthigt ist, Zeit mit langwierigen Versuchen zu verschwenden. Nachdem man zuerst die Bohrstange auf einen doppelten Drehhebel mit Druckschraube oder in einer hölzernen Kluppe festgehalten hat, vollendet man das Anheben derselben bis zum Gestemme oder zur Ausladung mit Hülfe des Stangenhakens des Herrn Flachat, was so weit bequemer von Statten geht.

Der Bohrwirbel Figur 13 hat ein Stangenschloß mit Muttergewinden und einen sehr festen Wirbel, den man an der Kette des Bohrgerüstes oder an der vorderen Stange des Schwengels zum Schlagen befestigt. Wenn er etwas locker auf der Vaterschraube sitzt und sich durch die Schläge aufschraubt, so wirkt man dem entgegen, indem man sowohl um die männliche als die weibliche Schraube des Stangenschlosses in schneckenförmigen Touren ein Seil wickelt, oder durch eine Kluppe mit verticalen Schenkeln anwendet, welche beide Theile des Stangenschlosses zugleich ergreifen.

Wenn man, nach Beendigung des Schlagens, den Bohrer aus dem Bohrloche hebt und ihm dabei seinen Bohrwirbel läßt, was übrigens vermieden werden kann, so muß man, wenn er nicht an der männlichen Schraube auf die eben angegebene Weise befestigt ist, und man beim Herausheben noch durch Rotation des Bohrers wirken will, darauf sehen, daß er sich nicht losschraubt; denn die unmittelbare Folge davon würde das Hinabstürzen des ganzen Bohrers ins Bohrloch sein. Unglücksfälle dieser Art, die nur durch Leichtsinn oder durch Mangel an Aufmerksamkeit herbeigeführt werden, ereignen sich manchmal und führen noch viel verwickeltere Fälle herbei. Was ich hier vom Abschrauben des Bohrwirbels gesagt habe, leidet auch Anwendung auf eine Reihenfolge von Wechselstücken oder kleinen Bohrstangen, von 1 bis 3 Meter Länge, mit denen man den Bohrer beim Schlagen verlängert. Der Bohrmeister muß diese verschiedenen Stangenschlosse immer sorgfältig im Auge haben, um das Aufschrauben derselben zu verhindern.

Figur 14. Bohrwirbel mit Laufrädchen. Derselbe ist dem vorhergehenden ähnlich, nur endigt er, statt in einen einfachen Wirbel, in ein drehbares Zapfenband, das oben mit einem Laufrädchen A A versehen ist, welches nach dem Durchmesser des Seiles, welches er aufnehmen soll, ausgekehlt ist. Dieser Bohrwirbel wird am Schwengel zum Schlagen angebracht, wenn man ein Seil statt der Ketten oder Stangen anwendet, was man aber aus Oeconomie vermeiden muß.

Figur 15 und 16, Tafel 20: Bohrwirbel, welcher an seinem oberen Theile einen drehbaren Ring hat, wie der zuerst beschriebene, und unter demselben ein Oehr, ja manchmal zwei derselben von 6 bis 8 Centimeter Durchmesser, in welches man die Hebel steckt, welche den doppelten Drehhebel ersetzen. Dieser Bohrwirbel erlaubt bei Anwendung der Rotation eine große Kraft auszuüben.

Figur 15, Tafel 2: Bohrwirbel mit der Verbindung durch Gabel und Zunge, im Uebrigen ganz demjenigen Figur 13 ähnlich, von welchem er nur durch die Art des Stangenschlosses verschieden ist, bei welchem Bolzen mit Mutterschrauben in Anwendung kommen, wie sie auf Tafel 1 dargestellt sind.

Figur 16 Zapfenband mit doppelten Vorsteckstiften, dessen man sich als Bohrwirbel zum Anheben des Bohrers bei einem Bohrer bedient, der durch Gabel, Zunge und Bolzen seine Verbindung erhält.

Figur 18 Zange zum Zurückhalten des Bohrers. Bei Bohrlöchern von beträchtlicher Tiefe erzeugt das Hinabstürzen des Bohrers Unglücksfälle, deren Wiederherstellung sehr langwierig und kostspielig ist, wenn man nicht im Voraus alle möglichen Vorsichtsmaßregeln anwendet, um sie

zu vermeiden. Für diesen Zweck bringt man nun folgende Vorrichtung in Anwendung:

Es sei abCD ein Durchschnitt durch die Achse des Bohrloches, a'b' c'd' der Grundriß dieses Schachtes; zwei starke horizontale Stücke F, G, f, g, f'g, welche zwischen sich einen Raum lassen; der durch zwei Frösche QQ ausgefüllt ist, gegen welche sie an ihren Enden durch zwei starke Bolzen befestigt werden, sind auf die Sohle des Bohrschachtes gelegt oder auf vier Stempel HH oder f'f'g'g. Zwischen denselben bewegen sich an ihren Enden um Achsen ll oder l'l', l'l' von 7 bis 8 Centimeter Durchmesser zwei hölzerne Stücke von 0,m80 Länge, versehen mit verstählten Zangen PP, PP. Wenn dieselben niedergelassen sind bis beinahe in die horizontale Lage, so berühren sie sich, und wenn sie emporgehoben werden, so bilden sie eine größere oder kleinere Oeffnung, je nach den Einbiegungen oder den Ausladungen der Bohrstangen, indem sie die Bogen MN, MN' beschreiben. Wenn z. B. die Kette oder das Tau der Leitscheibe zerreißt, oder wenn der Bohrer hinabstürzt, in Folge eines Bruches am Haspel, so gleitet ersterer anfangs, aber nur um eine sehr kleine Quantität, zwischen den Zangen hinab, welche, indem sie niedersinken, ihn klemmen und schwebend erhalten. Die Achsen ll oder l'l', l'l' sitzen in Zäumen mit Oehr, welche auf den Holzstücken KK oder K'K' festgebolzt sind, und drehen sich in starken Unterlagen, welche in die horizontalen Stücke eingelassen und aufgebolzt sind. Die Zangen sind die bogenförmigen Theile von zwei den ersten ähnlichen Zäumen und ebenfalls durch Bolzen befestigt; sie sind in der Richtung ihres Niederganges gerstenkornartig behauen; der Bohrer wird zwischen denselben festgehalten durch zwei Klampen Xy oder X'y, welche auf jedem der Stücke und in entgegengesetzten Richtungen befestigt sind. Um die Zangen aufzuheben, wenn man sie nicht benutzen will, oder wenn Werkzeuge durchgehen sollen, so sind zwei Haken mit Bändern ZZ oder Z'Z' an die Seite der Stücke genagelt, um in diese Haken zwei schwache Seile einzuhängen, die über zwei Rollen RR' laufen, die auch im Bohrschacht angebracht sind; die Seile vereinigen sich zu einem einzigen a, welches über der Bohrbühne von einem Arbeiter emporgezogen oder niedergelassen wird, je nachdem es sich nothwendig macht.

Die große Länge, welche ich den Stücken KK gebe, ist von Wichtigkeit und zwar einmal, damit sie schwer sind und sodann, damit der Bogen NM, welchen sie beschreiben, um den Bohrer zurückzuhalten, groß sei und keinen Stoß verursache, was bei einem kleineren Bogen der Fall sein würde. Die Folge davon würde sein, daß entweder die Stücke selbst oder ihre Beschläge zerbrechen müssen.

Fallschirm. Ein anderes einfacheres Mittel, die Unannehmlichkeit zu verhindern, welche ein Hinabstürzen des Bohrers zur Folge hat, besteht darin, an zwei unteren Bohrstangen oder auch an einer einzigen, eine hölzerne, schwach mit Eisen beschlagene, oder eine blecherne Füllung anzubringen. Um den Widerstand zu vermeiden, den dieser Körper dem Schlagen entgegensetzen würde, indem er ziemlich die Oberfläche des Bohrlochs einnimmt, so richtet man die Bohrstange dergestalt ein, daß sie sich in der Füllung frei drehen kann; man giebt auch der Füllung eine größere specifische Schwere, als diejenige des Wassers, damit es nicht unter der Ausladung der Stangenschlosse bleibe.

Während die Füllungen am unteren Theile des Bohrers als Fall-

schirm dienen, schwächen sie auch die Schwingungen des Gestänges, wenn man dieser Füllungen auf eine Länge von 200 Metern 20 oder 25 anbringt; man kann sie aus Eisen kuhrippenartig ausführen, und sie haben dann die Gestalt einer Laterne aus drei Reifen bestehend, auf welche die Eisenschienen befestigt sind. Die Höhe dieser Laterne beträgt ungefähr 0,m35 für einen Durchmesser von 0,m23; der Spielraum, der noch im Bohrloche übrig bleibt, beträgt für den Halbmesser 1 Centimeter. Durch Anwendung dieser Muffe vermeidet man die häufigen Stangenbrüche, welche durch die Biegung, die sie nach jedem Stoß erfahren, herbeigeführt werden. Man kann sich auch hierzu beim Durchsinken sehr harter Gesteine schwacher Stangen, z. B. von 3 Centimetern ins Gevierte, bedienen, sobald man jedes Stangenschloß mit einer Laterne versieht, welche bei jedem Schlag auf einen Bund fällt, der auf die Mutterschraube aufgeschweißt ist und ihre Festigkeit nur noch vermehrt.

Dieses Mittel, das Zusammensinken der Stangen auf sich selbst zu vermeiden, ist indessen nur anwendbar in dem mit Röhren ausgesetzten Theile des Bohrloches, oder in solchen Bohrlöchern, wo die Gebirgsschichten stehen; in solchen, wo die letzteren einfallen, muß man die Anwendung dieses Mittels vermeiden, weil die einstürzenden Bruchstücke die Muffe und folglich auch den Bohrer festkeilen würden.

Steinbohrer und Meißelbohrer.

Die verschiedenen Meißelbohrer, Steinbohrer, Sterne u. s. w. sind zum Durchsinken harter Gesteine bestimmt, aber man wendet die erstern auch zum Durchsinken von Thonschichten, Mergelschichten, so wie von Schichten harten oder thonigen Sandes an. Wenn die Bohrlöcher von großem Durchmesser sind, so muß man wenigstens zwei oder drei Meißelbohrer für jedes Bohrloch haben. Deßhalb bin ich veranlaßt worden, diese Werkzeuge mit eingesetzten Schneiden aus Gußstahl zu fertigen, und mit Hülfe derselben in mehreren Calibern braucht man nur die Schneiden auszutauschen. Ich habe dabei außerdem hinsichtlich der Qualität der Schneiden und der Bequemlichkeit des Schärfens gewonnen, welches letztere nun weit wohlfeiler wird.

Die massiven Steinbohrer und die Sterne (Bohrkeule, Kolbenbohrer, Kronenbohrer) sind umgeändert worden, oder doch ziemlich so; sie werden nur angewendet in Ausnahmsfällen, um einen Gesteinssplitter oder einen harten Knauer zu zermalmen. Diese schwierig herzustellenden Werkzeuge kosteten mehr als sie nützten, und ihr Bruch beim Bohren war schwieriger wieder auszubessern als derjenige eines flachen Werkzeuges, welches an den Seiten noch Raum für die Fangwerkzeuge übrig läßt.

Figur 3 und 4, Tafel 9. Die ersten Meißelbohrer, deren ich mich mit Bohrstangen, die mit Bolzen befestigt waren, bediente, bestanden aus einfachen Klingen mit verstählter Schrägfläche.

Figur 5. Steinbohrer oder Meißelbohrer mit zwei senkrecht auf einander gestellten Schneiden.

Figur 6. Zackenmeißel (**boucharde**), der dem Steinbohrer Figur 5 ganz ähnlich ist, nur daß seine Masse nicht, wie bei jenem, prismatisch, sondern cylindrisch ist.

Figur 7. Steinbohrer, der zu gleicher Zeit auch zum Glattbohren dient, weil seine scharfen Längskanten eine große Länge haben.

Figur 8. Priestermütze oder Stern; die Figur bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Figur 9 und 10. Meißelbohrer, der eine Vervollkommnung des Bohrers Figur 2 vermöge des zitzenförmigen Fortsatzes **AB** ist, der zur Hauptschneide gehört. Es leuchtet von selbst ein, welche Uebelstände diese verschiedenen Werkzeuge, wenn sie mit Stangenschlossen und Bolzen versehen sind, beim Schlagen haben. Bei den ersten Bohrarbeiten, die ich ausführte, sind mir eine große Zahl derselben sitzen geblieben, weil die Stangenschlosse etwas locker wurden und dann die Bolzen herausfielen; dazu kamen auch noch die oberen Bohrstangen, und ich hatte nicht allein die Meißelbohrer und die Bohrstangen aus dem Bohrloche zu ziehen, sondern auch die Bolzen und die Schraubenmuttern auf dem anstehenden Gestein zu zertrümmern, sobald es mir nicht gelang, sie mittelst des Löffelbohrers oder des Ventilbohrers herauszuziehen, den ich mit Thon besetzte. Späterhin habe ich die Stangenschlosse mit Bolzen aufgegeben und wende jetzt verschraubte Bohrstangen an, und diese Methode, die ich jetzt noch in Ausführung bringe, rathe ich auch für alle Werkzeuge an, die beim Schlagen in Anwendung kommen.

Die Figur 10 ist das Profil des Meißelbohrers Figur 9 und unterscheidet sich von ihm nur durch die Form des Stangenschlosses.

Die Figur 11 ist ein gabelförmiger Meißelbohrer; die Vertiefung seines Einschnittes hat eine verstählte Schrägfläche, gleich den beiden Theilen der unteren Schneide. Man läßt diesen Bohrer abwechseln in hartem Gestein mit demjenigen von zitzenförmigem Fortsatze. Letzterer läßt eine Krone stehen, welche der gabelförmige Meißelbohrer schnell wegnimmt und wiederum seinerseits einen cylindrischen Rückstand läßt, den der erstere sodann zertrümmert. Man wird dieses System vortheilhaft finden, aber bloß bei hartem Gestein, verglichen mit der ununterbrochenen Anwendung eines Meißelbohrers von einer und derselben Form.

Figur 12. Meißelbohrer mit einfachem Ohr. Es bleiben manchmal im Bohrloche rauhe Stellen übrig, die der Meißelbohrer nicht beseitigt, von welchem so eben die Rede gewesen ist. In gewissen Schichten hält es schwer, dergleichen zu vermeiden, aber in vielen andern entspringen sie aus dem Mangel an Erfahrung oder Aufmerksamkeit, die der Bohrmeister auf sein Geschäft verwenden sollte. Wenn er mit einem einfachen Meißelbohrer mit Schrägfläche in einem harten aber homogenen Gestein arbeitet, so muß er den Bohrer regelmäßig umsetzen, so daß er alle Punkte des Umfanges trifft; läßt er dagegen den Meißel bald einen großen, bald einen kleinen Bogen durchlaufen, so wird der Bohrer nicht verfehlen, auf der einen Seite tiefer zu greifen, als auf der andern, und so entsteht alsdann ein Horn, welches um desto schwerer zu beseitigen ist, je höher dasselbe wird, indem seine Basis immer breiter wird und den Weg des Meißelbohrers auf enge Grenzen beschränkt. Wenn dieses Horn nicht durch Rotiren des Bohrers beseitigt werden kann und man durch Schlagen nicht gleich den Zweck erreicht, so ist es von Belang, das Schlagen sogleich einzustellen und den einfachen Meißelbohrer durch einen solchen mit Ohr zu ersetzen.

Die Figur 13 giebt das Profil des Instrumentes, und unter demselben wird man den Grundriß finden.

Figur 14 und 15. Meißelbohrer mit doppeltem Ohr. Um Hörner

in hartem Gestein zu vermeiden, wendet man auch ohne Unterbrechung ein Werkzeug an, welches dem vorigen gleich ist, nur daß es zwei Ohren aa trägt, die ein wenig über den Schneiden sitzen, und auch einen zitzenförmigen Fortsatz. Die Ohren haben einen Durchmesser, welcher um zwei bis drei Millimeter kleiner ist, als derjenige der Schneiden, und sie runden das Bohrloch aus bis auf diese Differenz, welches man dann mit einem Nachbohrer noch vollends nachbüchst oder glättet. Die beiden Ohren sind, für andere Fälle, eingerichtet wie dasjenige B der Figur 12, und man giebt ihnen im Nothfall eine Breite, welche dem Drittel oder der Hälfte der Lochperipherie gleichkommt. Um die Meißelbohrer mit kreisförmigen Schneiden, wie auch die einfachen Meißelbohrer aller Art auf den richtigen Durchmesser zu bringen, darf sich der Schmied nicht allein eines Dickzirkels bedienen, sondern muß auch ein Caliberblech Figur 18 anwenden, dessen Oeffnung ab genau die Gestalt des Bohrers angiebt. Alle Meißelbohrer, hauptsächlich die mit kreisförmigen Ohren oder Schneiden, dürfen nicht, wenn sie hartes Gestein durchsinken sollen, auf warmem Weg aufs Caliber gebracht werden, es müßte denn der Schmied das Schwinden genau kennen, welches sie erfahren, sobald man sie im Wasser ablöscht. In den meisten Fällen muß man sie, nachdem sie mit dem Hammer aus dem Groben geschmiedet sind, kalt werden lassen, um sie mittelst der Feile und des Grabstichels aufs Caliber zu bringen, indem man dasselbe ein wenig reichlich sein läßt; das Härten giebt ihnen dann ihre genauen Dimensionen.

Die Figur 3 und 3b stellen einen Meißelbohrer mit eingesetzten Klingen dar; der Schaft hat hier 0,m18 Durchmesser (siehe A und A, A, A, A) in den beiden Projectionen; seine Kanten sind abgenommen, um jedes Festsetzen in den Gebirgstrümmern zu vermeiden; er ist dergestalt ausgehöhlt, daß er die Klingen aus Gußstahl oder gewöhnlichem Stahl aufnehmen kann, die oben die dreieckige Form CBD haben und in Schneiden aus Gußstahl endigen, die einfach oder von solchen veränderten Formen sind, wie es das Bedürfniß erheischt; diese Klingen haben bloß $2\frac{1}{2}$ Centimeter Dicke für einen Durchmesser von 0,m25. Sie sind am Schafte befestigt durch abgedrehte Bolzen mit zum Theil versenktem Kopfe und von 4 Centimeter Durchmesser; ihre Schraubenmuttern sind nach außen flach und convex nach innen; der convexe Theil ist in die Dicke der Schaftwangen eingelassen; um den Uebelstand ihres Aufschraubens zu vermeiden, obgleich dieses wegen des Durchmessers des Schraubenganges selten vorkommen dürfte, stellt man sie fest durch einen Schraubenbolzen, der in einer Ecke der Schraubenmutter angebracht ist. Man versieht auch noch die Schraubenmutter mit einem Schwanz von 4 Centimeter Länge am äußern Ende, und in den Schaft desselben setzt sich der erwähnte stählerne Schraubenzapfen, der in eine Spitze endigt. Eine Klingenreihe von verschiedenen Formen und Durchmessern zwischen 18 Centimetern und 3 Decimetern können auf demselben Schafte eingesetzt werden. Statt nun in die Schmiede einen gewöhnlichen Meißelbohrer von enormer Schwere zu schaffen, nimmt man bloß die Klinge aus dem Schafte und läßt letzteren in der Bohrhütte zurück.

Die Klingen aus Gußstahl werden an eiserne Stangen geschweißt und bilden einfache Meißelbohrer, die in gewissen Gebirgsarten, wegen ihrer geringen Dicke, große Dienste leisten; in Thon und reinem Mergel

z. B., in stehendem Sand kann man diesen stählernen Klingen nur $1\frac{1}{2}$ Centimeter Dicke geben, und es liegt auf der Hand, welche Vortheile sie im Vergleich mit den gewöhnlichen Meißelbohrern gewähren, welche 3 und 4 Centimeter Dicke haben. Dieser Vortheil ist so groß, daß mit einer dicken Klinge und mit stumpfen Schrägflächen hauptsächlich die Thonschichten unangreifbar sind, während sie sich mit dünnen Klingen leicht durchsinken lassen.

Figur 16 und 17. Einige gewöhnliche Meißelbohrer haben einen zitzförmigen Fortsatz A, welcher mit Bolzen eingesetzt ist; man wendet sie in großen Durchmessern und für Gebirgsarten an, in welchen ein langer zitzenförmiger Fortsatz einen guten Effect hervorbringt.

Figur 19. Meißelbohrer mit Ohren und Leitung. Ich habe weiter oben gesagt, daß es einigen Vortheil bringe, sich abwechselnd eines gabelförmigen Meißelbohrers und eines Meißelbohrers mit zitzenförmigem Fortsatze zu bedienen; ebenso findet man es vortheilhaft, wenn die Gesteine von einer solchen Härte sind, daß man sie bei einem Bohrloche von großem Durchmesser äußerst langsam durchsinkt, und wenn diese Härte fortdauernd ist, daß sie nämlich von keiner Mergel- oder Thonbank unterbrochen wird, zwei Meißelbohrer von verschiedenen Calibern anzuwenden. Bei einem Bohrloche z. B. von 0,m25 Durchmesser beginnt man zuerst mit einem Meißelbohrer von 0,m13 oder 0,m14 Durchmesser und erweitert dann das Bohrloch bis auf 0,m25. Wenn z. B. B der Meißelbohrer von 0,m13 ist, so wird er durch ein Stangenschloß mit einem Meißelbohrer mit Ohren AA' von 0,m25 Durchmesser verbunden, der dazu dient, die Rauhheiten zu beseitigen, welche ein einfacher Meißelbohrer von 0,m25 Durchmesser zurückzulassen hat; auf diese Weise erspart man ein wenig Zeit, die sonst darauf verwendet werden muß, das Bohrloch auszugleichen; weil der Meißelbohrer mit Ohren dieses zugleich besorgt, während er das Bohrloch tiefer macht; man kann sich auch auf den verticalen Gang des kleinen Meißelbohrers durch Schichten verlassen, welche sonst geneigt wären, ihn von der verticalen Linie abweichen zu lassen.

Beim Aufsuchen von springenden Wassern hat man häufig dicke Sandschichten zu durchsinken, welche 8 bis 10 Meter mächtig sind und unter welchen sich eine Sand- oder Kalksteinbank befindet, die einen neuen Wasserbehälter bedeckt, aus welchem das aufsteigende Wasser den Sand sogleich durch die Mündung des Bohrloches ausfördert und das Loch völlig reinigt; aber die Werkzeuge von starkem Caliber vermögen solche Sandschichten nicht zu durchsinken, um das darunter liegende Gestein in Angriff zu nehmen; auf der andern Seite ist das Auslöffeln solcher Bohrlöcher mittelst Kugelventilen am Bohrer oder am Seile unzulänglich, weil die Schicht immer wieder so viel Sand und mehr liefert, als mit dem obigen Werkzeuge beseitigt wird. In solchen Fällen muß man aber dabei beharren, eine solche Schicht mittelst angestrengter, Tag und Nacht fortgesetzter Arbeit und mit Hilfe von Arbeitern, die in Schichten abwechseln, zu durchsinken. Wenn man mit einer einfachen abgerundeten Stange (siehe Figur 19b, Tafel 9) von einer soviel wie möglich der Mächtigkeit des Sandlagers gleichen Länge und in eine verstählte Schrägfläche auslaufend, rasche Schläge führt, so gelingt es endlich, die Sandschicht zu durchsinken, worauf man das darunter liegende Gestein angreift, dasselbe ebenfalls durchsinkt und unter demselben den Zweck seiner Anstrengung findet.

Die Stange kann in dem Sande keine Einklemmung erfahren, weil sie keine vorspringende Oberfläche darbietet.

Wenn der Durchmesser des Bohrloches sehr klein ist, 0,m07 z. B., so kann man die gedachte eiserne Stange durch einen stählernen Stab ersetzen, dessen Widerstand demjenigen der ersteren gleichkommt, obschon er weit schwächer ist; aber mit einem solchen schwachen Stabe kann man eine Sandschicht von 15 Meter Mächtigkeit durchsinken, und eine solche Länge ist keine Schwierigkeit, die nicht zu überwinden wäre. Das Durchsinken gewisser Sandschichten ist häufig eine wahre Aufgabe für Solche, die das Abbohren nicht kennen, ja selbst für Arbeiter, die in ihrem Fache noch keine Erfahrung gesammelt haben. Der Bohrmeister, welcher das Schlagen leitet, verliert endlich die Geduld, wenn er findet, daß seine Beharrlichkeit unnütz ist, und folgert endlich, daß es unmöglich sei, eine Sandschicht zu durchsinken, ohne sie mit Röhren auszusetzen, oder das Durchsinken einer Gesteinsschicht, die mit Sand bedeckt ist, zu vollenden. Unter diesem Gestein existirt aber vielleicht das Wasser, welches er sucht, und dessen Emporsteigen das Bohrloch sogleich besser reinigt, als noch so häufiges Löffeln mit dem Kugelventil.

Um ein Gestein zu durchsinken, welches von Sand bedeckt wird, muß man mit der weiter oben erwähnten abgerundeten Bohrstange in raschen Schlägen von schwacher Höhe z. B. von 3 bis 4 Centimeter, manchmal nur von 1 Centimeter arbeiten. Ein 20 auf diese Weise ausgeführte Schläge werden sich wirksam erweisen, d. h. man wird ein wenig Boden gewinnen; indem man alsdann auf dieselbe Weise fortfährt, hebt man den Bohrer um 10 oder 15 Centimeter, und seine Schläge werden dann nur auf Sand fallen. Jetzt beginnt in der Regel die Ungeduld des Arbeiters; beharrt er indessen dabei, seine Arbeit fortzusetzen, so unterbricht er das Schlagen und bohrt durch Drehung des Bohrers, bis er von Neuem wieder Grund findet; noch einige Schläge werden mehr oder weniger Wirkung hervorbringen, aber dann bohrt er wieder durch Drehung, und dieses Verfahren wird zwei Stunden lang wiederholt, ja selbst einen Tag lang, ohne etwas damit zu erreichen, und in dem Augenblick, wo man am Wenigsten darauf gefaßt ist, geht das Schlagen besser von Statten, und das Gestein läßt sich durchsinken, und befindet sich Wasser unter demselben, so sind alle Schwierigkeiten augenblicklich besiegt; verhält sich die Sache anders, so fährt man fort, auf dieselbe Weise das Gestein und den Sand zu durchsinken, indem man den abgerundeten Theil des Meißelbohrers so weit dieses nöthig wird, verlängert, aber die Hauptsache ist immer die, die Schläge so rasch wie nur immer möglich auf einander folgen zu lassen. Sollte indessen die Sandschicht über 15 Meter mächtig sein, so müßte man das Bohrloch entweder mit Röhren aussetzen oder die Druckpumpe anwenden.

Figur 20. Meißelbohrer und cylindrische Leitung. Wenn man in regelmäßigen Gesteinsschichten auf einen Spalt oder Riß stößt, welche den Bohrer von der verticalen Linie abzulenken geneigt sind, und die Führung mit Ohren (Figur 19) nicht ausreichend ist, um sich dem zu widersetzen, so wendet man eine Röhre von starkem Eisenblech an, mit welcher man die Stange des Meißelbohrers umgiebt, und welcher man eine angemessene Länge, von 3 Meter z. B., verleiht; die Röhre wird mit der Stange an ihren beiden Basen mittelst zweier doppeltgekröpfter Arme gehalten, die

auf die Stange und auf die Röhre genietet sind. Weiter unten werden wir die Werkzeuge kennen lernen, die man in Anwendung bringt, zur verticalen Herstellung eines unter schwierigen Umständen schräg ausgefallenen Bohrloches (Fuchses).

Statt einer Röhre, an der Stange des Meißelbohrers befestigt, wie ich eben angegeben habe und die in gewissen Fällen ausreichend sein kann, giebt es noch andere Fälle, wo diese Röhre, der gehörigen Festigkeit halber, mit zwei konischen Reifen befestigt sein muß. Man schweißt alsdann über die Klinge des Meißelbohrers eine Klinge **efgh** Figur 20 von 0,ᵐ50 bis 1 Meter Höhe, je nachdem es das Gebirge erheischt. Man wendet noch den Meißelbohrer Figur 19ᵇ an, dessen Klinge 1 Meter Höhe hat, und zwar in Gebirgsarten, wo die Werkzeuge mit kurzen Klingen eine falsche Richtung annehmen könnten.

Figur 21. Zur Wetterloosung mittelst eines Bohrloches in trockenem und mildem Gebirge sind nicht immer sehr feste Werkzeuge erforderlich. Der zweischenkelige Meißelbohrer, den die Figur anzeigt, kann für diesen Zweck in Kreide- und in gewissen Kohlenschieferschichten angewendet werden. Man benutzt ihn auch, um ein abgebrochenes Werkzeug auf der Sohle des Bohrloches frei zu machen von den großen Bruchstücken, von welchen es umgeben wird.

Figur 22. Meißelbohrer mit Ohren des Herrn **Kind**. Seine Schneide ist kreisförmig und bedeckt von zwei Ohren **a'a'a'a'**, **bbbb**, deren Ecken **bbbb** den nämlichen Durchmesser, wie die Schneide einnehmen und die Rauhheiten beseitigen, welche die Schneide beim Niedergange übriggelassen hat.

Werkzeuge, welche durch Rotation in Bewegung gesetzt werden.

Löffelbohrer, Bodenbohrer (tarières).

Die Löffelbohrer werden angewendet zum Durchsinken von mildem Gebirge, z. B. bei gewissen Arten der Mergelkreide, des Thons u. s. w. von geringer Tiefe. Ihre Anwendung ist öconomischer als diejenige des Meißelbohrers, aber wenn erst das Bohrloch tief wird, so muß man letzteren vorzugsweise anwenden. Die Löffelbohrer werden häufig mit Nutzen angewendet zum Ausfördern von Trümmern, zum Ausglätten des Bohrloches und zum Ergreifen von Bruchstücken zerbrochener Werkzeuge. In kleinem Durchmesser sind sie häufig ausreichend, ohne eine Anwendung anderer Werkzeuge nöthig zu machen, zur Erforschung des Bodens in geringer Tiefe, z. B. von 20 bis 40 Meter; mit größeren Durchmessern ist diese Art des Bohrers, besonders der amerikanische Schneckenbohrer, das geeignetste Instrument für wenig tiefe Bohrlöcher (von 1 bis 2 Metern) zum Einsetzen von Pfosten, die keine große Festigkeit erheischen, oder zum Bohren von Senkbrunnen zum Trockenlegen der Länderei. Mit dem Löffelbohrer beginnt man jedes Bohrloch in nicht stehenden Gebirgsschichten, welches auch sein Durchmesser sei, und mit seiner Hülfe bringt man die Sicherheitsröhre nieder, welche solche Gebirgsschichten abschneiden soll. Die Form dieses Werkzeuges ändert sich ab, je nach der Beschaffenheit der Gebirgsarten, in welchen man es anwendet.

Figur 1, Tafel 10. Löffelbohrer mit Absatz (**tarière à talon**) **a** oder **aaaa** oder mit etwas liegender Bohrspitze zum Durchsinken laufender Schichten in der Nähe der Bodensohle, wie thonigen Sandes u. s. w.,

oder zum Ausfördern von Trümmern in einem Bohrloche von großem Durchmesser, ganz abgesehen von seiner Tiefe. Seine Kante D liegt außerhalb des Umfanges, auf welchem sich der Punkt C befindet.

Figur 2. Löffelbohrer ohne Absatz mit weniger gekrümmter, besser eindringender Bohrspitze und etwas gegen oben geschlossen zum Durchsinken sehr mürber Kreide, gewisser Mergelarten, thonigen Sandes, bei mittlerem Durchmesser des Bohrloches und Tiefen desselben von 20 bis 30 Metern.

Figur 3. Geschlossener Löffelbohrer, bestehend aus einem gewöhnlichen Löffelbohrer, der in verticaler Richtung durch einen Halbcylinder aus Schmiedeeisen geschlossen ist. Letzterer ist an den Bohrer mittelst zweier Dorne Y, X, Y′ befestigt, welche durch mehrere Zapfen und Zapfenlöcher laufen, von welchen die einen am Bohrer, die andern am Halbcylinder sich befinden. Dieses Werkzeug ist bestimmt zum Ausfördern zerfließender Substanzen; es ist mit einem Absatz X versehen, welcher das Herausfallen derselben verhindert.

Figur 4. Sehr offener Löffelbohrer ohne Absatz mit gerader Bohrspitze, ähnlich einigen Bohrern der Zimmerleute, dabei lang und nach oben hin im Durchmesser etwas abnehmend. Er ist ganz besonders bestimmt zum Durchsinken von Thon und aller wenig harter Gebirgsarten, die, gleich dem Thon, sich auf dem Bohrer abmodelliren und daran hängen bleiben können. Mit diesem Werkzeug fördert man nach der Kunstsprache die sogenannten Carotten zu Tage.

Figur. 13. Bohrer, etwas weniger offen, als der vorhergehende, mit schneidender und wenig liegender Bohrspitze, mit Absatz und hervorspringender Kante, zum Ausfördern von Bruchstücken sowohl als zum Ausglätten des Bohrloches.

Figur 12. Löffelbohrer mit Schnecke von kleinem Durchmesser, mit Absatz und mit der amerikanischen Schnecke oder Zunge zum Durchsinken weichen Thones.

Figur 5. Fast ganz geschlossener Bohrer mit stark geneigter Bohrspitze, breitem Absatz und einem leeren Raum von 0,m04 bis 0,m08 zwischen letzterer und der Bohrspitze, dabei mit geraden oder schneckenförmigen Kanten. Der Durchmesser ist klein, verglichen mit demjenigen der Röhre, in welcher er arbeitet und zu deren Niederbringen er bestimmt ist, indem er die Kiesel und den Sand beseitigt, welche die Bohrsohle einnehmen. Von diesem Werkzeuge wird noch im folgenden Capitel die Rede sein, weßhalb ich es jetzt nicht ausführlicher beschreibe, sondern bloß bemerke, daß, wenn man in der Bohrhütte keinen Bohrer vom Caliber hat, wie ihn die Röhre verlangt, man einen großen Löffelbohrer, der sich vielleicht in schlechtem Zustande befindet, bei dem gewünschten Durchmesser verschließen kann; der Absatz kann mit Schrauben inwendig eingesetzt werden. Hat man nur kleine offene Löffelbohrer, so setzt man mit Nietnägeln eine Längenplatte an dieselben und erlangt die gewünschte Form.

Amerikanische Zungen- oder Schneckenbohrer.

Zum Durchsinken gewisser Schichten geben diese Art von Bohrer ziemlich dasselbe Resultat, wie die Löffelbohrer; die einen werden angewendet in dichtem Thon, die andern in wenig widerstehenden Gebirgsarten; endlich dienen diese Bohrer manchmal zum Ausglätten des Bohrlo-

ches, wie auch zum Ausfördern von Trümmern. Sie sind aus Schmiedeeisen gefertigt und in ihrer ganzen Höhe verstählt.

Figur 15. Amerikanische Zunge, hardy genannt, aus starkem Eisen, schneckenförmigen, in die Länge gezogenen, verstählten und gut schneidenden Kanten; man wendet diesen Bohrer in dichtem Thon an und läßt ihn abwechseln mit dem Löffelbohrer von gleichem Durchmesser.

Figur 6. Zungen- oder Schneckenbohrer von 2 und 3 Metern Länge, mit in die Länge gezogenen Schneckentouren, zum Ausfördern gewisser fließender Mergel- oder Thonarten. Er muß in klemmendem Gebirge und hauptsächlich mit verschraubten Stangenschlossen mit Vorsicht angewendet werden, weil, wenn er festsitzt, seine gedrehten Kanten das Herausziehen des Bohrers erschweren.

Figur 7. Zunge mit zahlreichen Schneckentouren, geeignet zum Durchsinken von magern Gebirgsschichten, z. B. von trockenem und zusammengeklebtem Sand oder von sandigem Mergel.

Englische Bohrspitzen.

Bei dem Bohren mit Rotation, wovon ich in einem andern Capitel sprechen werde, wendet man die englische Bohrspitze, so wie viele andere Werkzeuge, zum Durchsinken harten Gesteines an. Dahin gehören die gezahnten und sorgfältig verstählten Kronenbohrer, kreisförmige Bohrer, gestreift nach den Radien u. s. w. Da mein System sich nicht ausschließlich auf Rotation bezieht, so habe ich von den hierher gehörigen Werkzeugen nur die sogenannte englische Bohrspitze beibehalten, die zum Durchsinken von sehr dichtem Thon oder Mergel mir geeignet zu sein scheint (Figur 16). Da dieses Werkzeug bekannt ist, so will ich mich auf eine Beschreibung der Figur nicht weiter einlassen.

Die Krätzer oder Fuchsschwänze.

Diese Werkzeuge sind bestimmt zum Ausfördern von Kieselgeschieben oder zerbrochenen Werkzeugen aus dem Bohrloche. Ein solcher Krätzer ist Figur 14 abgebildet. Man hat sie mit einer oder zwei Schneckentouren und mit breiten oder runden Gewinden. Ihre Festigkeit beruht hauptsächlich auf der Art, wie die Schnecke aus der Stange entspringt. Wie groß nun aber auch die Stärke des Eisens sein möge, so muß man doch immer ganz leicht mit dem Krätzer rotiren, weil die Schneckentour häufig abbricht, oder sich über den Durchmesser des Loches hinaus öffnet. Man wendet dieses Werkzeug auch zum Durchsinken gewisser Sandschichten an, in denen es die Stelle des Löffelbohrers vertritt. Wenn der Sand fett ist, so bleibt er in den Schneckentouren sitzen. Aber die wichtigste Anwendung dieses Werkzeuges ist diejenige zur Beseitigung großer Kieselsteinbruchstücke in der Kreide.

Die Nachbohrer (alésoirs).

Die Löffelbohrer und Schneckenbohrer dienen in einigen Fällen als Nachbohrer, aber es giebt noch andere, in welchen sie unzulänglich sind; in milden Gebirgsarten z. B., die in Massen anstehen, aber hie und da kleine Platten oder harte Knauer enthalten, lassen der Meißelbohrer oder der Löffelbohrer, mit welchen sie durchsunken worden, häufig an den Seiten harte Theile stehen, oder haben dieselben kaum nur angegriffen, so daß die

horizontale Entfernung, welche diese Unregelmäßigkeiten in verschiedenen Tiefen trennt, dem ursprünglich angenommenen Durchmesser des Bohrloches nicht gleichbleibt. Um nun ein regelmäßiges Nachbohren zu bewirken, ist es nöthig, zugleich mehrere dieser hervorragenden Theile anzugreifen und für diesen Zweck Nachbohrer von einer großen Länge anzuwenden. Ich will hier bloß einige der Nachbohrer angeben, welche gewöhnlich angewendet werden, und sobald wir darauf zu sprechen kommen, wie man in einem Bohrloche die verticale Linie wiederherstellt, werde ich neue Details über diesen Gegenstand mittheilen.

Figur 8. Nachbohrer mit vier Schenkeln von sechs Meter Länge. Eine Stange AC läuft durch zwei gußeiserne Scheiben D, D' d (Figur 8[1]); sie ruht auf der ersteren mittelst ihres Geständmes B und wird auf der zweiten festgehalten durch eine Schraubenmutter M. Die Scheiben D, D' tragen vier Stangen, welche auf einer Kante bloß verstählt sind, mittelst der Schraubenmuttern EEEE, eeee (Figur 8[1]). Zwei Platten HH, HH eingeschnitten in ihren Ecken, nehmen die Stangen y, y, y, y, (Figur 8[2]) auf und widersetzen sich ihrer Biegung; diese Platten werden oben und unten durch einfache Vorsteckstifte ff, ff (Figur 8[1] und [2]) festgehalten.

Dieser Nachbohrer gewährt den Vortheil, daß er in mehreren Durchmessern, ohne lange Veränderungen nöthig zu machen, anwendbar ist; um ihn z. B. zu vergrößern, braucht man bloß den Platten HH größere Breite zu geben, ein wenig die Stangen y, y, y, y zu krümmen und weiter unten die Mutterschraube der Stange fest zu stellen, welche als Achse dient. Er bringt eine gute Wirkung hervor in wenig harten und wenig schwierigen Gebirgsarten; aber in Mergellagern ohne Consistenz mit hartem Kalkstein und in Blöcken, wie er z. B. im salzführenden Gebirge vorkommt, besitzt dieser Nachbohrer nicht die hinlängliche Steifheit. Dieser Nachbohrer oder lange Laterne macht das Loch vollkommen cylindrisch und fördert, wenn er aus dem Bohrloche herausgehoben wird, eine große Quantität von Bohrsand zu Tage. Hat z. B. in der Kreide eine seiner Kanten einen Kieselknauer herausgerissen, von welchem ein Horn die folgende Kante passirte, so bewirkt sie das Herausfallen desselben, und er wird aufgenommen in der Art von Käfig, den die vier Stangen zusammen bilden. Das Herausnehmen der Scheiben gestattet die Ausbesserung dieses voluminösen Werkzeuges mit großer Leichtigkeit und ohne viele Kosten. Ehe ich auf den Gedanken kam, diesen Nachbohrer aus einzelnen Stücken herzustellen, mußte man denselben, um die Kanten wieder zu schärfen, in einer Art von Flammenofen warm machen und eine enorme Quantität Kohlen dazu verwenden.

Figur 10. Nachbohrer mit vier Schenkeln, an ihren Enden und an einer Stange A zusammengeschweißt, übrigens unter einander vereinigt und befestigt durch Bolzen, Y, X mit rechtwinkeligem Kopfe und flachen Schraubenmuttern. Dieses Werkzeug ist unwandelbarer als das vorhergehende; man kann den Durchmesser desselben vergrößern, indem man den Riegelbolzen X und Y größere Dicke giebt; dieser Bohrer ist nicht so leicht zu repariren, als der erste, dessen Stangen sich einzeln herausnehmen lassen, um ihre Kanten wieder zu schärfen, und ich wende ihn nur bei Bohrlöchern an, die unter 0,m15 Durchmesser haben.

Figur 9, 10[1], 10[2]. Cylindrischer Nachbohrer mit einer einzigen Län=

genklinge Figur 10[1], oder mit zwei solchen Klingen Fignr 10[2], welche mit Schwalbenschwanz in den Cylinder eingelassen sind; man construirt ihn auch mit einer Röhre aus Schmiedeeisen, durch welche die Stange läuft, die am unteren Theile eine Schraubenmutter findet. Die verstählte Klinge wird in diesem Falle vor der Stange in die Röhre eingeführt, wo sie von der Stange selbst festgehalten wird. Dieser Bohrer ist von guter Anwendung in harten Gebirgsarten und keinem Zufall unterworfen. Wenn der Durchmesser der Röhre in Bezug auf die Stange zu groß ist, um die Klinge auf die angegebene Weise fest zu halten, so umgiebt man diese Stange mit einer hölzernen Röhre, welche die eiserne Röhre ausfüllt und die Klinge an ihrer Stelle erhält.

Figur 11. Nachbohrer mit sechs Klingen, wie ihn Herr Mulot anwendet. Die Stange **A** des Werkzeuges endigt mit einem starken Gestemme **B**, in welches sich die Stange des Meißelbohrers **B** einschraubt (man sehe hier das Profil); die Klingen der Schneiden sind schwalbenschwanzartig in das Gestemme **B**, in ein cylindrisches Stück **C**, wie auch in einen dazwischen liegenden Muff **S** eingesetzt; das Eindringen der Meißelbohrerstange in das Gestemme **B** wird begrenzt durch ein Stück **TD**, welches das Ganze durch seinen Druck unter dem unteren Muff **C** cosolidirt. Um das Losschrauben der Stange zu verhindern, wird der Muff **C** von einem kleinen Bolzen durchsetzt, der in die Stange eintritt. Dieses Werkzeug läßt sich wenigstens so erklären, und wenn es nicht ganz der Beschreibung entspricht, die ich davon gebe, so liegt der Grund davon darin, daß ich es nur in seiner Zusammensetzung auf der Industrieausstellung, nicht aber in seinen Einzelnheiten gesehen habe.

Werkzeuge zum Reinigen und Ausräumen des Bohrloches.

Um aus dem Bohrloche die durch den Meißelbohrer gebildeten Trümmern so wie diejenigen, welche sich von den Wandungen abgelöst haben, zu Tage zu bringen, wie auch den flüssigen Sand auszufördern, wendet man Röhren mit Kugelventilen an und nennt sie Bohrlöffel und Sandlöffel mit Kugelventil. Die erstern arbeiten in dem Bohrsand von zusammenhängender Gebirgsart und im Schlamm, die andern ganz besonders im Sande. Die Werkzeuge zum Reinigen des Bohrlochs sind lang oder kurz, je nach der Gebirgsart, welche durchsunken wird, und je nach der Tiefe, bis in welche das Bohrloch niedergebracht worden. In ununterbrochenem Gestein z. B. ist der Bohrlöffel mit Kugelventil kurz, weil die mit einem oder zwei frisch geschärften Meißelbohrern durchsunkene Quantität wenig Bohrsand ergeben hat, und weil auch das Anschlagen des Bohrgestänges an die Wandungen des Bohrloches wenig Einsturz verursacht hat. In Schichten dagegen, wo der Bohrer bei jedem Niedergange in einer großen Tiefe um $0,^{m}60$ bis 1 Meter vorschreitet, oder bei Gestein von großer Härte, welches von Schichten ohne Consistenz bedeckt wird, muß das Werkzeug manchmal eine Länge von 4 bis 5 Meter, auch wohl eine noch größere Länge haben.

Tafel 11, Figur 7. Löffelbohrer mit kurzem Ventil für geringe Tiefen und in Gebirgsarten, welche Widerstand leisten. Die Stange **A** ist an der Röhre befestigt durch eine Gabel, deren Schenkel in **B** und **D** eine Ausladung haben, so daß sie die ganze Stärke des Bleches der genannten Röhre aufnehmen und bis nach **CC** hinabsteigen; sie sind breit genug, um

zwei oder drei Reihen von Nieten oder Schrauben aufzunehmen, wenn das Bohrloch tief ist; in andern Fällen ist schon eine einzige Reihe ausreichend. Die Bohrspitze ist derjenigen eines offenen Löffelbohrers analog, ohne ihr indessen ganz ähnlich zu sein, und endigt in einen Reif, mit welchem sie an der Röhre befestigt wird. Ueber die vorspringende Krone, welche durch den genannten Reif im Innern entsteht, fällt eine Klappe aus Schmiedeeisen, welche an einem der Schenkel ij eines Scharnieres befestigt ist, dessen anderer Schenkel in der Röhre emporgehoben ist. Die Klappe des Ventiles wird zurückgehalten durch ein Querstäbchen ef, so daß sie mit der Ebene des Reifes nur einen Winkel von ungefähr 25 Grad bilden kann.

Bei Bohrlöchern von kleinen und mittelgroßen Durchmessern belastet man manchmal das Ventil, um es zu zwingen, in kiesigem oder fettem Erdreich niederzufallen.

In Bohrlöchern von großem Durchmesser wendet man doppelte Ventile (Figur 8) an, welche man mit bleiernen Gewichten belastet.

Figur 9. Löffelbohrer mit Ventil von großer Länge, welches durch Abschraubung der Bohrspitze von unten ausgeleert wird. Die Röhre trägt einen Reif mit Schraubengewinden, um die Bohrspitze einzuschrauben; letztere ist mit einem dünnen Reif A versehen, auf welchen die Klappe h schlägt, beweglich durch ein Scharnier, von welchem ein Schenkel c auf der Bohrspitze emporgehoben ist, der andere auf dem Ventile. Um die Bohrspitze abzuschrauben, stellt man sie in einem Halsbande fest, und nachdem man mit diesem zwei oder drei Schraubengänge aufgedreht hat, vollendet man das Aufschrauben mit der Hand und nimmt die Röhre in der Höhe eines Fasses ab, in welches man den Bohrsand fallen läßt.

Wenn diese großen Löffelbohrer mit Ventil an der oberen Seite ausgeleert werden, so stürzt man sie um und hebt sie mit einem Seil, welches über eine Scheibe geschlagen ist, die an einem der Ständer des Bohrgerüstes befestigt ist. Wenn diese Länge über 6 Meter beträgt, so thut man wohl, dergleichen Röhren aus zwei Theilen bestehen zu lassen, die mit Schrauben aneinander befestigt werden, um jeden Theil besonders zu reinigen.

Figur 11. In mageren Gebirgsarten, welche Bruchstücke von Gestein enthalten, in kieselsteinhaltiger Kreide tritt häufig der Fall ein, daß, wenn die Ventile sich nicht schließen, man dieselben vergebens anhebt, und daß der Bohrsand aus dem Bohrer gefallen ist, wenn er das Bohrloch verläßt. Bei sehr tiefen Bohrlöchern muß unnützes Anheben des Bohrers so viel wie möglich vermieden werden, und deßhalb darf man das Reinigungswerkzeug nicht eher heben, als bis man überzeugt ist, daß seine Ventile geschlossen sind.

Eine Stange AD schraubt sich in den Henkel der Röhre und wird an ihrem untern Theile durch ein Querstück D festgehalten. Wenn man das Werkzeug ins Bohrloch einhängt, so befindet sich die Schraube ganz emporgeschraubt; hat sich aber das Werkzeug gefüllt, so braucht man nur die Schraube zu drehen, um die Ventile ff zu schließen, welche auf zwei Platten hh oder auf vorspringenden Zapfen aufruhen.

Figur 12 und 12b. Die Stange A trägt eine Rippe d', welche in einen Falz d eingreift; sie wird festgehalten im Henkel der Röhre durch einen starken Stift c; der Henkel trägt oben einen kleinen Absatz X, ge-

gen welchen die Rippe D stößt. Wenn man das Werkzeug ins Bohrloch eingesenkt hat, so beginnt man damit, die Bohrtrümmer in dasselbe eindringen zu lassen; ist dieses geschehen, so dreht man nach links, bis die Rippe d' die Oeffnung d findet und in derselben hinabgleitet, so daß der Punkt d' unter den Henkel zu stehen kommt, oder man läßt ihn durch Drehen in einen kleinen Einschnitt treten. Um das Werkzeug auszuleeren, nimmt man den Stift c heraus, dann die Stange und stürzt die Röhre um.

Fig. 10. Schneckenbohrer mit Kugelventil zum Ausräumen von Sand. Die Röhre trägt an ihrer Basis einen Reif abcdef, welcher konisch an seinen beiden Basen ausgeschnitten ist; auf den Ring cd fällt eine Kugel j, die massiv ist bei kleinem Durchmesser, aber hohl oder aus Holz bei großem Durchmesser, und die zurückgehalten wird durch ein Querstück g oder durch einen Maulkorb, in solcher Höhe angebracht, daß der Raum, den die bis nach j' gehobene Kugel über dem Ringe cd läßt, und derjenige, welcher zwischen dem großen Ringe und der Röhre besteht, sich ungefähr gleich sind. An die Basis des Reifes schließt sich eine kurze Schnecke oder Bohrspitze, ähnlich den vorhergehenden, an; in diesem letztern Falle sind die Bohrspitzen und der Reif, welcher die Kugel aufnimmt, aus einem einzigen Stücke gebildet.

Dieses Werkzeug ist sehr einfach; dasselbe ins Bohrloch einzusenken und es auf der Bohrsohle im Sande umzudrehen, scheint auch eine sehr leichte Sache zu sein; wenn man indessen darin keine Erfahrung hat, so wird man mit diesem Werkzeuge nicht viel ausrichten. Um die Röhre mit Sand zu füllen, darf man das Werkzeug nicht sanft drehen, wie es bei den vorhergehenden Werkzeugen der Fall war, sondern man muß dem Bohrer die Bewegung einer Pumpenstange geben; man hebt die Röhre in gewissen Fällen um zwanzig Centimeter und in andern bloß um zwei Centimeter. In dem Augenblicke, wo das Werkzeug zu Tage kommt, drehen die Arbeiter den Bohrer, indem sie im Schritt gehen; wenn es aber wiederum niedersteigt, ertheilen sie ihm eine Bewegung so rasch als nur möglich. Die Arbeiter, welche am Haspel angestellt sind, müssen dabei auch viel Activität in Anwendung bringen.

In thonhaltigem Sande dauern die Bewegungen länger und sind weniger mühsam.

Ausleeren des Sandes mittelst der Pumpe.

Fig. 13. Es giebt laufenden Sand, der sich sehr gut mittelst des Sandlöffels mit Kugelventil, an einem Seile befestigt, auslöffeln läßt. In einem solchen Falle thut man besser, den Bohrer bei Seite zu lassen. Die Basis der Röhre wird in Bewegung gesetzt durch den Sandlöffel mit Kugelventil und durch das Seil; indessen bringt man manchmal die kurze Klinge eines Meißelbohrers an diesem Werkzeug an, um es zum Ausfördern magerer und kiesiger Trümmern zu benutzen.

Der Sandlöffel mit Kugelventil hat die sogenannte chinesische Mütze Fig. 15 ersetzt, die fast von keiner Wirkung war und von welcher man häufig den schneckenförmigen Haken auf der Sohle des Bohrlochs ließ.

Es giebt ein einfaches Mittel, welches für einige Arten von Sand allein anwendbar ist, und welches eine untrügliche Wirkung leistet. Dieses Mittel besteht nämlich in der Anwendung einer Saug- und Druckpumpe, deren Steigrohr ins Bohrloch bis auf die Sandschicht, welche aus-

geräumt werden soll, mit einer Stange (lance) bewaffnet, niedergelassen wird. Eine Feuerspritze ist die beste Maschine, die man für diesen Zweck anwenden kann. Der Aufseher der Bohrarbeiten kann von der Behörde, in deren Gebiet sich das Bohrloch befindet, eine solche Spritze entlehnen, indem er sich verbindlich macht, die Hanfschläuche zu liefern, die in das Bohrloch eingelassen werden sollen, obgleich dieser Dienst den Schläuchen der Gemeinde, denen die Spritze gehört, keinen Nachtheil bringen kann. Befindet sich in der Nähe der Bohrhütte kein Wasserbehälter, so sorgt man für einen Wasservorrath in Fässern, um daraus die Feuerspritze zu füllen. Sobald der Schlauch ins Bohrloch niedergelassen worden ist, beginnt man zu pumpen, wobei der Schlauch beständig gehoben und niedergelassen werden muß, um nicht vom Sande eingeklemmt zu werden, der bald von dem unterirdischen Wasser sammt dem eingepumpten herbeigeführt werden dürfte. Auf diese Weise befreit man ein unterirdisches Wasser vollständig vom verstopfenden Sande, und man dringt acht bis zehn Meter tiefer, wenn das Sandlager eine solche Mächtigkeit hat. Ein solches Resultat könnte man auch nur sehr langsam mit dem Bohrer oder mit dem Sandlöffel am Seile erlangen. Die Anwendung der Druckpumpe, die schon seit 15 Jahren im Gebrauch ist, wird von Hr. Fauvelle als ein allgemeines Bohrmittel angewendet, und wir haben unsere Zweifel darüber ausgesprochen, daß man überall gute Resultate damit erlangen könne.

Soollöffel (tuyau-éprouvette).

Wenn man süßes Wasser in Schichten aufsucht, welche Salzquellen enthalten, oder wenn man in dem eigentlichen salzführenden Gebirge den Grad der Sättigung der Grundwasser erforschen will, so ist es nöthig, um genau zu Werke zu gehen, eine gewisse Quantität davon zu schöpfen, die nicht mit dem umgebenden Wasser vermischt ist; man muß es also in einem verschlossenen Gefäße, da es sich befindet, d. h. an der Sohle des Bohrloches, schöpfen.

Der Soollöffel Fig. 14 besteht nun aus einer Röhre, die an einem Henkel **A** befestigt ist, in dessen Tülle eine Stange **C** eintritt, welche auf eine Länge von 15 Centimetern mit Schraubengewinden versehen ist und vier Kegelventile **b d**, **b′ d′** trägt, welche bestimmt sind, die in den Reifen **y y′ y″ y‴** angebrachten Oeffnungen zu schließen oder zu öffnen; das untere Ende der Röhre endigt sich in Gestalt eines Λ, damit es sich nicht drehe, wenn man die Schraube in Bewegung setzt. Wenn das Bohrloch unrein ist, so isolirt man den untern Theil der Röhre durch eine Stange von der nothwendigen Länge, die sich in **h** auf irgend eine Weise festsetzt.

Hat man das Werkzeug bis auf die Bohrsohle hinabgebracht, und befindet sich die Schraube im höchsten Punkte ihres Laufes, so daß sie durch die Ventile **yy″** den Raum abschneidet, welcher zwischen **y** und **y″** sich befindet, so schraubt man die Schraube tiefer; das Wasser steigt von **y‴** nach **y′** und wird hier zurückgehalten durch das Verschließen der Oeffnungen **ff′**. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß dieser Soollöffel sorgfältig construirt und die Kegelventile eingeschmirgelt sein müssen.

Bohrlöcher von großem Durchmesser.

Die Beschaffenheit der Gebirgsarten, welche mittelst eines Bohrloches von großem Durchmesser durchsunken werden sollen, erheischt eine Oeffnung, die manchmal 0,^{m}40 bis 0,^{m}50 im Durchmesser betragen muß. Die

Bohrlöcher, welche zur Wetterlosung beim Bergbau ausgeführt werden, haben meistentheils einen Durchmesser von 0,m25 bis 0,m30; aber dieser Durchmesser wird in einzelnen Fällen bis auf 0,m40 und noch mehr gesteigert. Eine Bohrarbeit, welche in solchem Maßstabe ausgeführt werden soll, erheischt zuerst nicht nur feste, sondern auch leichte Bohrstangen, denn wenn man eine eiserne Bohrstange der Größe des Durchmessers dergestalt entsprechend herrichtete, daß der Widerstand in beiden Fällen derselbe wäre (wobei man das Verhältniß in Berechnung zöge, welches zwischen dem Hebel der durch den Halbmesser der Werkzeuge dargestellt wird, und der halben Länge des Drehhebels besteht), so würden diese Stangen eine Schwere erlangen, für welche man sodann einen besonderen Motor herstellen müßte. Ich glaube, daß die hölzernen Stangen, von welchen ich früher gesprochen habe, die fraglichen schweren Stangen sehr gut ersetzen können und dabei noch vor jenen den Vortheil einer außerordentlichen Leichtigkeit und einer fast verschwindenden Schwere vorausbaben; außerdem sind sie ohne Elasticität, weßhalb sie die Wandungen des Bohrloches durch Reibung nicht abnutzen.

Diese weiten Bohrlöcher können mit gewöhnlichen Werkzeugen, als Meißelbohrern, Löffelbohrern u. s. w. ausgeführt werden; wenn man aber in gewissen Gesteinen mit einem Durchmesser von 0,m23 oder auch 0,m18 mit zwei Meißelbohrern vorzuschreiten genöthigt ist, d. h. wenn man ein erstes Bohrloch von 0,m20 bis 0,m30 Tiefe ausführt, welches man dann erweitert, so ist leicht begreiflich, daß in demselben Gestein ein Meißelbohrer von 0,m50 Durchmesser sehr lange Zeit thätig sein müßte, ohne um eine merkliche Quantität vorzurücken, möchte nun dieser Meißelbohrer mit einfacher Klinge oder mit mehreren Klingen eingerichtet sein. Einen Gesteinscylinder von 100 Meter Höhe und 0,m50 Durchmesser in Bohrmehl zu verwandeln, hieße also einen falschen Weg einschlagen, wenn man noch Mittel hat, das Gestein in großen Bruchstücken wegzunehmen. Die Schwierigkeit in diesem letzteren Falle beschränkt sich darauf, einen ringförmigen Raum zu durchsinken, der einen Gesteincylinder isolirt, der dann auf der Sohle durch ein sehr einfaches Werkzeug abgebrochen wird.

Fig. 1, Taf. 11. Das Werkzeug, welches die Stelle des einfachen Meißelbohrers vertritt, besteht aus einer blechernen Röhre von 0,m005 Wandstärke, die dazu dient, eine Gabel **ABC** von 1 Meter Höhe zu verstärken, deren Enden **DD** mit eingesetzten Schneiden versehen sind; die eine derselben **d** Fig. 2 hat die Richtung des Lochhalbmessers; die andere ist gegen diese Richtung ein wenig geneigt, so daß die Streifen, welche beide zurücklassen ein Kreuz bilden. Man giebt der Gabel alle die Festigkeit, welche ihre Breite in **A** und die Länge ihrer Schenkel erheischen; dieser Meißelbohrer läßt, wie man sieht, einen Gebirgscylinder von **a'a** stehen, der in einer gegebenen Zeit eine gewisse Höhe erlangt, z. B. von 0,m20; da aber die Gesteintrümmer endlich die Schneiden behindern, so ist man genöthigt, ehe man einen frisch geschärften Meißelbohrer wieder anwendet, dieselben mit dem Werkzeuge Fig. 5 und 6 zu beseitigen, von welchem sogleich die Rede sein wird.

Fig. 3 und 4. In gewissen Gesteinen kann man, um dasselbe Resultat zu erlangen, die Rotation anwenden; eine Röhre von starkem Blech, an einer festen Gabel befestigt oder an einem Cylinder, welcher die Röhre genau ausfüllt, (wenn man den Bruch der Schenkel der Gabel fürchtet,

den man übrigens vermeiden kann, wenn man ihr die gehörige Breite giebt) wird an ein verstähltes und an seiner Basis mit Zähnen versehenes eisernes Band **abc** fest angeschlossen; die Zähne haben die Richtung der Halbmesser der Peripherie, und manchmal sind sie auch in Gruppen vertheilt und nehmen verschiedene Richtungen an. Ich habe in der Figur diesem Werkzeug einen mittleren Durchmesser gegeben, weil es noch bei manchen Bohrarbeiten gebräuchlich ist. Zu gleicher Zeit habe ich eine Platte **M** angegeben, mit welcher man auf eine nützliche Weise das Werkzeug versehen kann, damit sie die Trümmern aufnehme, welche von den Wandungen des Bohrloches abfallen, während das Werkzeug in Thätigkeit ist.

Fig. 5. Um die von dem Meißelbohrer Fig. 1 und 2 erzeugten Trümmern auszufördern, wendet man zwei concentrische Röhren (Fig. 5 **ABCD, efgh**) an, welche an einer und derselben Gabel **abc** mit Bolzen befestigt sind. Sie sind mit einander an ihren Basen durch flache Stücke mit umgeworfenen Rändern vereinigt, die zugleich so geneigt sind, daß sie als Schaufeln oder Harken dienen, um das Emporsteigen der Trümmern über die Ventile zu bewirken. Diese Stücke vertreten dann die Bohrspitze der gewöhnlichen Reinigungswerkzeuge. Die vier Ventilklappen Fig. 6 **jjjj** bewegen sich in Scharnieren, deren verticale Schenkel in der umgebenden Röhre befestigt sind; sie stützen sich auf Tragklötze **kk**, und der horizontale Schenkel des Scharnieres ist breit, damit die Klappe gut darauf hafte. (In der Fig. 5 ist nur das Scharnier angegeben und die Dicke der Klappe vergessen worden.)

Die Trümmern gelangen also, wie man sieht, in den ringförmigen Raum der Röhren, während der Gebirgscylinder in den inneren Röhrencylinder eintritt. Nach einigen Umdrehungen des Bohrers wird derselbe zu Tage gehoben.

Fig. 3, Taf. 21. Nachdem man mehrmals den Meißelbohrer und das Ausräumwerkzeug angewendet hat, handelt es sich darum, den Gebirgscylinder, nachdem er eine hinlängliche Höhe erlangt hat, zu beseitigen. Für diesen Zweck denke man sich eine an einer eisernen Zwinge **lmnoP** Fig. 4 dauerhaft befestigte Röhre, in deren Oeffnung eine Stange **AB** Fig. 3 sich bewegt, die unten in einen starken Fallzapfen (**tampon**) **B** ausläuft; diese Stange wird geführt durch eine zweite Zwinge **ef**, die man aber entbehren könnte, weil der Füllzapfen den ganzen Durchmesser der Röhre ausfüllt. In die eisernen Zwingen oder Bänder ist ein Falz eingeschnitten, in welchen die Rippe **CD** eingreift, wie dieses bei unserem Löffelbohrer mit Ventil Fig. 12 und 12ᵇ, Tafel 11 der Fall war; der obere Theil der ersteren Zwinge ist auch mit einem kleinen Anhaltestift versehen, auf welchem die Rippe ruht; wenn sie sich über der Mündung befindet. Unter dem Füllzapfen ist eine Stange **jK**, schwalbenschwanzartig in zwei Seitenplatten **XY**, **XY** Fig. 3ᵇ eingepaßt, welche sich in Gestalt einer geneigten Ebene endet; so daß sie in einen Einschnitt **fgs** Fig. 5 eintreten kann, der in einem eisernen Bande angebracht ist, welches in schräger Richtung abgeschnitten und im Innern ausgeschweift ist, so daß es einen scharfen Theil **E** bildet. Die schneidende Stange **JK** wird über dem Einschnitt durch den Druck einer verstählten und zugespitzten Schraube **h** mit eingestrichenem Kopfe erhalten, deren Schraubenmutter **G** ein Querstück in der Röhre bildet. Ueber dem Punkte, wo die Schraube in die Stange eingreift, ist dieselbe mit einer

Riefe oder Falz versehen, um die Wirkung der Schraube sogleich aufzuheben, sobald man die Stange mit dem Füllzapfen **B** um einen kleinen Betrag niedersteigen läßt.

Wenn man das Werkzeug in das Bohrloch niedersteigen läßt, hält die kleine Schraube die Stange in der in der Figur angegebenen Stellung fest. Der Füllzapfen **B** steht in Berührung mit dem unteren Theile der eisernen Zwinge ef, und die Rippe über der oberen Zwinge ruht auf dem Anhaltestift **P** Fig. 4, damit man, wenn das Werkzeug auf einige vorragende Punkte der Wandungen des Bohrloches stößt, es vermittelst seiner Stange **A** drehen kann, indem man auf den fraglichen Anhaltestift Kraft anwendet. Wenn die Basis der Röhre bis an den Fuß des Gesteinscylinders gelangt ist, so dreht man die Stange, um ihre Rippe in die beiden mit Falzen versehenen Zwingen eintreten, und so tief hinabsteigen zu lassen, bis der Füllzapfen auf dem Kopfe j der Stange sitzt. Alsdann führt man einige Schläge, wie mit dem Bohrmeißel aus, hebt aber nur den Bohrer um einen ganz kleinen Betrag. Indem nun der Gesteinscylinder in **E** Fig. 3 oder 5 gegen den scharfen Theil der schräg abgeschnittenen Zwinge gedrückt wird, anderntheils aber von der Ecke **K** der Stange gedrängt wird, bricht er ohne große Anstrengungen ab und gleitet auf der schiefen Fläche **EC** hinab, wo er sitzen bleibt. Je größer die verticale Höhe von **K'** bis **E** ist, desto geringer und kleiner wird der Widerstand des Gesteinscylinders gegen das Abbrechen sein, weil dieser Abstand den Hebel der Kraft des Schlages mißt.

Dieses Werkzeug ist, gleich den vorhergehenden, bloß in dichten Gebirgsarten anwendbar; handelt es sich darum, unregelmäßige Gebirgsarten, z. B. Mergel und Kalksteine ohne Ordnung in ihrer Masse zerstreut, in Bohrlöcher von großem Durchmesser zu durchsinken, so würde seine Anwendung erfolglos sein, und man müßte ihm die gewöhnlichen Abbohrwerkzeuge substituiren.

Das Fallen und Streichen der Schichten zu erkennen.

In vielen Oertlichkeiten erkennt man die Schichten der Steinkohlenformation an ihren Schichtenköpfen; ihr unterirdisches Verhalten folgert man aus ihrer Anordnung an der Bodensohle, und wenn man die Mächtigkeit dieser Schichten an einem gegebenen Punkte des Beckens nicht kennt, so lassen sich doch wenigstens darüber vernünftige Hypothesen aufstellen. Häufig ist auch die Kohlenformation entweder durch Alluvionen oder durch regelmäßige neuere Gebilde bedeckt, und ihre Existenz ist nur durch Schichtenköpfe von mäßiger Erstreckung und in Entfernungen angezeigt. Das Abbohren, durch welches man sie zu entdecken sucht, findet sie also erst in einer unbestimmten Tiefe auf. Um ihre Mächtigkeit, ihr Fallen und Streichen zu erkennen, verfährt man auf folgende Weise.

Zuerst bietet sich ein geometrisches Mittel dar, welches darin besteht, daß man durch drei nicht in gerader Linie liegende Bohrlöcher ein und dasselbe Gestein der Kohlenformation erreicht, und aus der Ebene, welche durch diese drei Punkte gelegt wird, das gesuchte Fallen und Streichen ableitet. Ist dieses gefunden, so kann man die wirkliche Mächtigkeit der Kohlenformation, senkrecht nach ihren Schichtungslinien gemessen, berechnen. Dieses Mittel ist untrüglich; wird aber ganz widersinnig, wenn die spätern Gebirgsablagerungen sehr mächtig sind. Man kann auch die Aufgabe mittelst eines einzigen Bohrloches lösen.

Das in der Steinkohlenformation des nördlichen Frankreichs angewendete Mittel besteht darin, einen Cylinder von hartem Schiefer mittelst eines Ausschneidewerkzeuges (Fig. 1, Taf. 21) zu Tage zu fördern, welches aus einer cylindrischen Masse **A** besteht, in welche man schwalbenschwanzförmig vier verstählte Klingen **b, b, b, b** einsetzt, so daß zwischen ihnen ein Raum von **c d** Durchmesser bleibt, welcher den ausgehobenen Cylinder aufnimmt. Man dreht den Bohrer so rasch wie möglich, indem man ihn sehr wenig auf einmal niederdrückt, und nachdem man einen Tag lang so gearbeitet hat, wird man eine schöne Gebirgsprobe zu Tage fördern können, z. B. einen Schiefer-Cylinder, an welchem die Neigung der Blätter manchmal die allgemeine Neigung oder das Fallen des Gebirges anzeigt; da aber dieser Cylinder von der Sohle in einem Augenblicke sich ablöst, der sich nicht bestimmen läßt, so geht daraus hervor, daß der Versuch in so weit unvollkommen ist, als das Streichen der Schichten noch immer unbekannt bleibt. Soll der Versuch vollständig gelingen, so ist es unerläßlich, daß der Cylinder unversehrt auf seiner Basis bleibt und durch ein Werkzeug zu Tage gefördert werde, dessen Lage über der Bodensohle bekannt ist und welches bloß durch Schlagen wirksam ist. Dieses Werkzeug nun ist das in Fig. 3 dargestellte, von welchem schon weiter oben die Rede gewesen ist. Um die gehörige Festigkeit zu besitzen, erheischt es wenigstens einen Durchmesser von 13 bis 15 Centimeter. Da der Cylinder durch einen verstählten Reif mit sehr nahe aneinander liegenden Zähnen, ähnlich dem in Fig. 3, Taf. 11, gebildet worden ist, so will ich jetzt angeben, wie seine Lage im Werkzeug bestimmt wird.

Es werde die Richtung nach Norden durch die Linie **DXO** Fig. 6, Taf. 21, welche durch die Achse des Bohrloches läuft und von Außen nach dem Innern der Bohrhütte fortgesetzt wird, um die Einwirkung des Eisens der Werkzeuge auf die Magnetnadel der Boussole zu vermeiden, ausgedrückt. Auf dieser Linie errichte man in einem beliebigen Punkte **X** eine Senkrechte **XS** mittelst eines genauen Bleilothes, welche in einen Punkt ausläuft, der genau in **X** bezeichnet wird; das andere Ende **S** der Senkrechten wird am Ständer des Bohrgerüstes oder an einem Querholze bezeichnet; man verbinde hierauf den Punkt **S** mit dem Punkt **X** durch einen geraden und stark gespannten Eisendraht. Angenommen nun, daß in dem Augenblick, wo man auf den Bohrer schlägt, um den Cylinder abzusprengen, das Stangenschloß des ersteren sich in **K** befinde, so befestigt man, ohne den Bohrer zu drehen, auf diesem Stangenschloß ein Diopterlineal dergestalt, daß die Spitze seines Pfeiles den senkrechten Eisendraht berühre. Alsdann hebt man den Bohrer, wie gewöhnlich, empor, d. h., indem man ihn nach rechts oder nach links dreht, wenn es sich nothwendig macht. Wenn nun das Stangenschloß der nächsten Bohrstange mittelst des Stangenhakens unterfangen worden ist, so führt man das Diopterlineal **a b a′ b′** auf den verticalen Draht zurück und befestigt ein zweites in derselben Ebene auf dem erwähnten Stangenschloß. Ist dieses geschehen, so schraubt man die angehobene Bohrstange ab und nimmt das Diopterlineal ab, um es auf eine dritte Stange u. s. w. zu befestigen. Das Stangenschloß des Ausschneidewerkzeuges wird endlich zu Tage treten und ebenfalls sein Diopterlineal erhalten, dessen Richtung man mit derjenigen der Blätter vergleicht, welche den Cylinder zusammensetzen. Was

nun das Fallen der letzteren anlangt, so findet man es genau in dem Winkel, den sie mit den Kanten des ausgehobenen Cylinders bilden.

Dieses Mittel scheint mir das geeignetste zu sein, um das Verhalten der Schichten durch die Untersuchung eines aus dem Bohrloche ausgehobenen Cylinders zu erfahren; aber ich glaube, daß dasjenige, welches durch die Fig. 7 und 8, Tafel 21 erläutert worden, wenigstens eben so gut ist und den Vortheil gewährt, weniger verwickelt zu sein und weniger Zeit in Anspruch zu nehmen. Die Anordnung der Schieferblätter gewährt, wie schon weiter oben gesagt worden, keinen sicheren Fingerzeig über das allgemeine Verhalten der Schichten. Dieses rührt aber von Ursachen her, welche dem Gegenstande, der uns jetzt beschäftigt, fremd sind. Diese Kenntniß des Verhaltens der Schichten kann eigentlich nur erlangt werden durch die mehrmals wiederholte Beobachtung einer Sandstein- oder Kalksteinschicht, die entweder über dem Schiefer oder über dem Steinkohlenlager aufruht.

Ich nehme also an, daß die Gegenwart der Steinkohlenformation durch zu Tage geförderte Proben mittelst der Bohrwerkzeuge zur Genüge erwiesen sei, und daß man Schichten von hartem Sandstein oder Kalkstein zu durchsinken habe, welche mit Schichten weichen Schiefers oder von Steinkohlen wechsellagern, so muß man jedesmal, wenn man auf eine solche Schicht stößt, die Gelegenheit benutzen, um mit dem kleinst möglichen Durchmesser, von 4 Centimeter z. B., wenn es angeht, die Sandsteinschicht **ab** Fig. 7 in Angriff zu nehmen. Man leitet den Meißelbohrer von 4 Centimetern Breite mittelst einer Klinge, die sich genau in der Mitte des Bohrloches hält; man bringt mit diesem Meißelbohrer 60 bis 80 Centimeter tief ins harte Gestein ein, alsdann nimmt man mit einem Löffelbohrer und mit einem Meißel, dessen Klinge man sehr schräg geschnitten hat, und der einen cylindrischen zitzenförmigen Fortsatz von 4 Centimeter Durchmesser trägt, die Schiefertrümmer weg, welche das Gestein bedecken, dessen Oberfläche man auf diese Weise ganz bloß legt. Nachdem dieses geschehen, bringt man einen Meißelbohrer mit horizontaler Schneide Fig. 8 ins Bohrloch, welcher ebenfalls einen zitzenförmigen Fortsatz vom Durchmesser des kleinen ersteren Loches hat. Es ist einleuchtend, daß, wenn die Neigung des Gesteines beträchtlich ist, die Horizontallinie der Schneide des Meißelbohrers dieses sogleich anzeigen werde; denn eine seiner Extremitäten, welche sich auf der Höhe **A'''** der geneigten Ebene befindet, wird bei der geringsten Anstrengung niedersteigen, um sich auf die Horizontallinie **A'A''**, welche in dieser Ebene liegt, zu setzen, und wird dieselbe schwierig verlassen, wenn man den Bohrer nicht emporhebt; das Streichen des Gesteins wird also auch bestimmt. Was nun das Fallen desselben anlangt, so wird dieses bestimmt durch ein rechtwinkeliges Dreieck **gA''f**, und eine Seite des rechten Winkels **gA''** ist der Halbmesser des Bohrloches; die andere Seite **Af** drückt die Quantität aus, um welche der Meißelbohrer vom höchsten Punkte **A'''** bis zu seinem jetzigen Stand in **A''** niedergestiegen ist; für ein merkliches Fallen läßt sich diese Höhe **A''f** sehr leicht schätzen; aber in allen Fällen thut man besser, das Werkzeug Fig. 7 nochmals ins Bohrloch zu bringen, um von **f** bis nach **R** tiefer zu gehen und **SR** nach der doppelten Höhe zu berechnen.

Es ist begreiflich, daß man sich nicht auf einen einzigen solchen Versuch, wie ich ihn eben beschrieben habe, beschränken darf, vielmehr ihn

mehrmals wiederholen muß, zumal wenn eine milde Schicht über einem harten Gestein sich zeigen sollte.

Fig. 9, Taf. 21. Wenn man ein Steinkohlenlager findet, so fördert man zahlreiche Bruchstücke zu Tage, nachdem man das Bohrloch einige Meter tiefer getrieben hat und zwar mittelst eines Werkzeuges, (demjenigen ähnlich, mit welchem man die Röhren ausreißt) welches mit horizontalen, geraden und an ihren Enden gezahnten Klingen versehen ist. Die cylindrische Masse, in welcher diese Klingen sitzen, trägt einen Zapfen, an welchen man einen Eimer hängt, in den die Steinkohlen fallen. Wenn die Steinkohlenschicht mächtig ist, so kann man noch mit diesem Werkzeug das Fallen und Streichen der Formation durch ähnliche Bewegungen erforschen, von denen schon früher die Rede gewesen ist.

Als ich vom Ausschneidewerkzeug Fig. 1, Taf. 21 sprach, hätte ich des neben demselben Fig. 2 verzeichneten gedenken sollen, welches ebenfalls dazu dient, einen Cylinder auszuheben, nachdem er entweder durch das Werkzeug Fig. 1, oder durch einen gespaltenen Meißel, oder endlich durch die gezahnte Zwinge Fig. 3, Taf. 11 gebildet worden ist.

Es hat Aehnlichkeit mit dem Werkzeuge, dessen man sich zum Ausreißen der Röhren bedient, ausgenommen, daß seine Haken ff im Innern des leeren Raumes gh wirken, der in der Masse des Werkzeuges zur Aufnahme des Cylinders gelassen worden ist. Es hat dieselbe Unannehmlichkeit, wie das Werkzeug Fig. 1, d. h. eine Probe zu Tage zu fördern, deren ursprüngliche Lage und folglich auch die Richtung der Blätter (das Streichen) man nicht kennt; das Fallen allein ist bekannt, und in Folge desselben die eigentliche Mächtigkeit der Schichten, was schon ein großer Gewinn ist.

Wenn die Kohlenformation nach ihren Schichtenköpfen bekannt ist, so können die Bohrlöcher, von denen dieselbe in einer großen Mächtigkeit durchsunken wird, nur von sehr kleinem Durchmesser sein; man muß denselben aber einen größeren Durchmesser geben, wenn man die Untersuchungen anstellen will, von denen eben die Rede war, und zwar mittelst der Verfahrungsarten, die zu den Figuren 3, 6, 7, 8 und 9, Taf. 21 wie auch zu Fig. 3, Taf. 11 angegeben worden sind.

Fangwerkzeuge.

Die Brüche der Bohrstangen und der Werkzeuge, welche sie in Thätigkeit setzen, diejenigen Brüche, welche sich bei Anwendung von Maschinen ereignen und welche die Folge zu großer Kraftäußerungen sind, welche man auf die Bohrstangen oder Werkzeuge ausübt, sind die Klippen beim Abbohren. Deßhalb darf der Bohrmeister nichts vernachlässigen, um dieselben zu vermeiden und muß alle nöthige Vorsicht anwenden, um die sich ereignenden Unglücksfälle, die häufig trotz seines Eifers und seiner Aufmerksamkeit vorkommen, so schnell als möglich wieder auszubessern. Der Bohrmeister muß zuerst alle Werkzeuge, die zu seinem Bohrapparate gehören, genau durchgehen, die Bohrstangen ihrer ganzen Länge nach untersuchen, wenn er sie zum ersten Mal ins Bohrloch einhängt, die zu lockeren Stangenschlosse bei Seite setzen und diejenigen Mutterschrauben, welche, wenn auch nur auf unmerkliche Weise, einen Bruch befürchten lassen, mit eisernen Bändern verwahren. Wenn er zum ersten Mal einen neuen Meißelbohrer einhängt, muß er sich von der geraden Beschaffenheit der Stange, welche auf denselben aufgeschraubt werden soll, überzeugen. Die-

ses ist leicht geschehen, wenn das Bohrloch auf der Sohle eines tiefen Bohrschachtes eröffnet worden ist. Ist ein solcher Bohrschacht nicht vorhanden, so prüft er die gerade Beschaffenheit auf die Weise, daß er die auf den Meißelbohrer geschraubte Bohrstange auf die ebene Erde legt. Diese Vorsicht ist von Wichtigkeit, indem der Meißelbohrer bei seiner Anwendung häufig auf schiefe Flächen zu stehen kommt, wo dann nicht eben eine krumme Bohrstange noch hinzuzukommen braucht, um einen Bruch im Stangenschlosse zu bewirken. Die Schrauben oder die Niete der Löffelbohrer mit Ventil sind häufig abgenutzt, oder das Blech ihrer Röhren ist dünn geworden und hat sich abgeschuppt, wenn diese Werkzeuge lange Zeit, ohne ausgebessert worden zu sein, benutzt worden sind. Der Bohrmeister darf nicht die vollständige Abnutzung eines Werkzeuges abwarten, ehe er dasselbe mit einem anderen vertauscht, oder es ausbessert, sondern er muß dieses sogleich thun, sobald bei ihm nur der leiseste Zweifel über die Festigkeit desselben entsteht.

Keine Bohrstange, kein Werkzeug, keine Sicherheitsröhre darf in das Bohrloch eingehangen werden, ohne daß die Dimensionen derselben auf das Sorgfältigste aufgezeichnet worden sind; ich theile nachfolgend die Einrichtung der Tabelle mit, welche der Bohrmeister über die verschiedenen Maße einer eisernen Bohrstange entwerfen muß.

Reihenfolge der Stangen von unt. nach oben.	Beschaffenheit des Stangenschlosses.	Höhe AB der männlichen Schraube.	Durchmesser e f der männlichen Schraube.	Höhe CD der weiblichen Schraube.	Durchmesser o P oder P s der weibl. Schraube.	Seite der Bohrstange ins Gevierte.	Totale Länge der Bohrstange.	Bemerkungen.
1.	Nr. 1.	0,^{m}25	0,082	0,157	o P 0,082	0,051	6,32	
2.	desgl.	0,23	0,081	0,140	P s 0,10	0,053	7,29	
3.	weiblich Nr. 1, männlich Nr. 2.	0,22	0,073	0,145	o P 0,07	0,045	8,,	Wechselstück, dessen weibl. Schraube Nr. 1 und dessen männliche Schraube Nr. 2 ist, um die Reihenfolge schwächerer Bohrstangen und von dieser Nummer aufzunehmen.
4.	Nr. 2.	0,20	0,070	0,18	P s 0,09	0,043	8,27	
5.	desgl.	0,22	0,072	0,13	o P 0,08	0,043	7,05	
6.	desgl.	0,21	0,07	0,19	o P 0,075	0,042	6,27	
7.	weiblich Nr. 2, männlich Nr. 3.	0,15	0,06	0,12	o P 0,06	0,032	5,,	Zweites Wechselstück f. die Bohrstangen Nr. 3.
8.	desgl.	0,16	0,06	0,11	P s 0,075	0,031	5,03	
9.	weiblich Nr. 3, männlich Nr. 2.						3,27	Drittes Wechselstück f. die Bohrstange Nr. 2, dessen man sich zum Schlagen bedient. Da dieses die Absicht ist, so kommt nicht viel darauf an, die Maße dieses Wechselstückes zu nehmen außer seine Länge.
						Summa	56,50.	

Notizen über die Dicke und die Länge sind in schwierigen Fällen für die Bohrwerkzeuge oder für diejenigen, deren man sich zum Herausziehen der Bruchstücke bedient, nicht ausreichend; es ist dringend nothwendig, sie in der Art zu schildern, daß man genau alle Dimensionen kennt. Ein Bohrmeister, der sein Geschäft versteht und der oft schwierige Unglücksfälle auszubessern gehabt hat, wird nicht finden, daß die Vorsichtsmaßregeln, die ich hier anrathe, übertrieben sind; er wird sehr wohl wissen, daß, wenn ihm nicht der Durchmesser der Stange eines auf der Sohle des Bohrloches zerbrochenen Meißelbohrers bekannt ist, er seinen Glückshaken nur approximativ zum Herausziehen desselben einrichten kann, und daß dieser Mangel an Kenntniß der Maße zuerst mehrmalige unnütze Versuche und dann einen zweiten Unglücksfall herbeiführen könne, wenn der Glückshaken z. B. nur unvollkommen eine Reihenfolge von Stangen ergreift und sie wiederum hinabstürzen läßt, nachdem er sie etwa 100 Meter hoch gehoben hat. Wenn ein Bohrer oder ein Werkzeug mit einer Fangmutter mit Schraubengewinde ergriffen werden kann, so ist die Ver-

legenheit weniger groß, weil der Bruch an dem zu Tage gebrachten Theile auch den Durchschnitt desjenigen Theiles angiebt, welcher noch im Bohrloch sitzt. Aber es kann auch der Fall vorliegen, daß unmittelbar unter dem Bruch ein hervorspringender Theil sich befindet, der das Ergreifen mittelst der Fangmutter verhindert, und den man kennen muß, um nicht dieses Werkzeug anzuwenden, welches hier ohne Wirkung ist.

Wenn während des Schlagens oder des Bohrens durch Rotation ein Werkzeug oder eine Bohrstange bricht, so wird man dieses häufig sogleich gewahr, und alsdann macht man über der Bodensohle einen Strich am Bohrer, welcher die Tiefe anzeigt, in welcher man im Augenblicke des Bruches sich befand. Kennt man nun die Länge des gebrochenen Bohrers, so vergleicht man denjenigen Theil, den man mit dem Glückshaken oder der Fangmutter zu Tage gefördert hat, und man weiß im voraus die Stelle, wo man ihn zu finden hat. Alle Substitutionen von Fangwerkzeugen müssen immer mit genauer Berücksichtigung der Längenmaße vorgenommen werden, damit man das gebrochene Werkzeug nicht unnütz da aufsucht, wo es nicht zu finden ist, oder damit man nicht, indem man zu tief geht, es gegen die Wandung des Bohrloches neige. Wenn man im gewöhnlichen Gebirge nach genauen Maßen zu Werke geht, so ist ein zerbrochenes Werkzeug ebenso leicht in einer Tiefe von tausend Metern, als zwei Meter unter der Bodensohle zu ergreifen, und man braucht selten zum Herausziehen desselben zweimal ins Bohrloch einzufahren. Arbeitet man dagegen, ohne die Länge des Bohrers und die Dimensionen des zerbrochenen Werkzeuges zu kennen, so wird man nicht allein das Herausziehen nicht bewerkstelligen, sondern den Unglücksfall noch verschlimmern.

Glückshaken (caracoles).

Der Glückshaken ist in der Regel ein Werkzeug, welches aus einer starken Stange besteht, die an ihrem unteren Theile in ein Hufeisen übergeht, in dessen inneren Raum das zerbrochene Werkzeug dergestalt zu liegen kommt, daß das Gestemme seines Stangenschlosses damit unterfangen wird. Diese Hufeisenform erleidet sodann Modificationen, welche der Durchmesser des Bohrloches, die Dimensionen des zu ergreifenden Werkzeuges und die Beschaffenheit der Gebirgsart erheischen.

Glückshaken für große Durchmesser oder mittlere Durchmesser (Fig. 1, 2, 13, Taf. 13): starke Stange, Hintertheil A des Hufeisens, so hoch und dick als möglich bis zur Grenze der nöthigen Festigkeit; freier Schenkel des Hufeisens, nämlich derjenige, welcher der Stange des Werkzeuges gegenüberliegt, ausgeschnitten in e Fig. 2, um den Eintritt des gebrochenen Werkzeuges in den Raum c d e zu erleichtern, wo es zurückgehalten wird durch die beiden Verengerungen b und e. Dieser Glückshaken dient dazu, um zerbrochene Werkzeuge unter dem Gestemme ihres Stangenschlosses, also in KZ Fig. 1 zu ergreifen, was einen Bruch des Schraubenzapfens in MN voraussetzt. Gelangt der Glückshaken an den Kopf des gesuchten Werkzeuges, so rückt man sehr sanft tiefer, um den Glückshaken leicht auf den Kopf zu setzen, alsdann dreht man ein Wenig nach links oder nach rechts; die Richtung ist gleichgültig, weil man nicht weiß, welcher Punkt der Basis des Hintertheiles auf dem Werkzeuge sitzt, um den Betrag der Höhe MK des Stangenschlosses plus derjenigen des Hintertheiles A hinabzudrücken; alsdann versucht man den Haken Q hinter die Stange des Werkzeuges zu bringen, und ist dieses gelungen, so hebt man, bis das

Viereck cde dem Theile KZ begegnet. Fühlt man einen gleichförmigen Widerstand, so ist es derjenige, welchen das an seiner Klinge von dem ins Bohrloch herabgefallene Gebirge fest gehaltene Werkzeug entgegensetzt. Man fährt alsdann fort, sanft und ohne die geringste Erschütterung zu heben, indem man sehr langsam dreht, bis das Werkzeug frei geworden ist. Wird es von Zeit zu Zeit festgehalten, so läßt man den Bohrer um den nöthigen Betrag niedersinken, um ihn durch eine schwache Drehung nach rechts wieder frei zu machen. Häufig ist es der Haken Q, welcher diese augenblicklichen Hemmungen erzeugt, indem er gegen vorspringende Theile des Bohrloches stößt. Dieser Haken muß sich soviel wie möglich unter die Sohle des Hintertheiles A hinabsenken, damit er gut hinter die Stange gelangen könne.

Mit einem festen Glückshaken, besonders in seinem Hintertheile, kann man einen stark eingeklemmten Bohrer aus dem Bohrloche ziehen; große Kraftanstrengungen können indessen allerwenigstens bei einem Durchmesser von 0,m13 nur stattfinden; unter diesem Durchmesser sind die Glückshaken schwach, besonders wenn das zu ergreifende Werkzeug oder der zu fassende Bohrer eine große Oeffnung des Hufeisens nothwendig macht.

Fig. 14. Aehnlicher Glückshaken, wie der vorhergehende, außer daß der freie Schenkel des Hufeisens nicht eingeschnitten ist; die eingeschlossenen Theile Xy nehmen das Gestemme des Stangenschlosses auf. Der Punkt oder vielmehr der Theil y ist um einige Millimeter niedriger als der Theil X. Ebenso verhält es sich mit dem Punkte b in Bezug auf den Punkt a. In der Regel muß die Sohle des Hufeisens eines Glückshakens immer tiefer liegen, als seine Oeffnung, wobei der spitzige Haken d sich noch unter den Hintertheil hinabsenken muß.

Fig. 15. Glückshaken für kleine Durchmesser: freier, krummer Schenkel, dreieckiger Haken, wie der Haken Q Fig. 1, aber sich nicht niederwärts senkend, weil die geringe Größe des Loches sich dem widersetzt; starker und hoher Hintertheil zum Heben eines schweren, aber aus schwachem Eisen gefertigten Bohrers. Man thut wohl, mit dem Grabstichel den innern Umfang der Oeffnung Xyab auszuweiten, damit die Ausladung irgend eines vorspringenden Theiles der Stange sich darin besser festsetze.

Fig. 16. Glückshaken für kleine Durchmesser und zum Ausfördern von Werkzeugen mit dicker Stange: eiserner Hintertheil, auf der hohen Kante dünn und hoch; freier Schenkel, bloß am Ende ausgeschnitten, damit er besser hinter die Stange des Werkzeuges gleiten könne.

Fig. 17 zeigt den Uebelstand, welchen der Theil ab der Figur 14 oder 15 darbietet. Wenn sie nach dem äußeren Theil der Oeffnung des Hufeisens hängt, statt gegen den Hintertheil desselben geneigt zu sein, so gleitet die Ausladung des Werkzeuges, welches sich in b befand, auf den Abhang ba herab und stürzt wieder in das Bohrloch.

Fig. 19. Glückshaken für große Durchmesser und für Werkzeuge aus Eisen und auf der hohen Kante, welche keinen Widerstand entgegensetzen; tiefes Hufeisen, freier Schenkel gekrümmt, weil es der Durchmesser gestattet, ihm diese beiden Vortheile zu Theil werden zu lassen, von denen der eine darin besteht, das ergriffene Werkzeug unverrückbarer zu halten, und der andere, hinter die Stange desselben zu gelangen, um dieselbe in die Oeffnung zu führen.

Fig. 20. Glückshaken, welcher in einem Bohrloche von kleinem Durchmesser beim Aufsuchen einer Bohrstange angewendet wird, welche dem gewöhnlichen Glückshaken den Weg versperrt. Es ist häufig der Fall, daß, wenn man keine Fangmutter hat, man genöthigt ist, den Glückshaken anzuwenden; da aber das zu ergreifende Stangenschloß zwischen sich und den Bohrlochswänden einen sehr kleinen Raum übrig läßt, so wird der Glückshaken gehemmt, ohne weiter vordringen zu können. Wenn indessen nur für den Durchgang der Stange des Glückshakens hinlänglicher Raum vorhanden ist, so kann die zerbrochene Stange, nachdem sie einmal ins Hufeisen eingetreten ist, sehr leicht zu Tage gefördert werden. Um dahin zu gelangen, bahnt man, wenn die Gebirgsart es gestattet, an der Seite des zu ergreifenden Stangenschlosses ab mittelst eines Schnecken- oder Löffelbohrers einen Durchgang, so daß der Glückshaken niedergebracht werden kann. Dieses Mittel ist mit einiger Gefahr verbunden, auch darf man es nicht eher anwenden, als bis man sich überzeugt hat, daß die im Glückshaken sitzende Stange ohne Schwierigkeit die ganze Höhe des Bohrloches passiren könne, dessen Durchmesser sehr enge ist.

Fig. 21. Alter Glückshaken aus einem runden Eisen bestehend; Hufeisen in seiner Vertiefung ausgerundet, niederwärts gewendeter und zugespitzter Haken, der ohne Gefahr bei großen Durchmessern anwendbar ist, nicht um damit einen kräftigen Zug auszuüben, sondern bloß um ein freies Werkzeug im Bohrloche in die gerade Linie zu bringen, oder es zu ergreifen.

Fig. 18. Glückshaken mit Scharnier. Sein Hauptzweck besteht darin, eine Bohrstange, ein Werkzeug oder eine zerbrochene Röhre in einen klüftigen Gebirge oder in Schichten, deren Einsturz den Durchmesser des Bohrloches vergrößert hat, wieder in die verticale Linie zu bringen; seine Spitze A, welche, wenn das Werkzeug geschlossen ist, sich im genauen Umfange des Loches hält, öffnet sich, wenn man den Bohrer dreht, so daß sie, dahin gelangt, wo das Loch vergrößert ist, die Röhre, oder die gebrochene Stange ergreifen und sie in die Mitte des Bohrloches bringen kann, so daß man sie mit einer Fangmutter oder jedem anderen Werkzeug, oder auch selbst mittelst der Vertiefung P dieses Glückshakens ergreifen kann. Wie man sieht, ist der Haken mittelst des Scharnieres cD beweglich, und wie bei den anderen Glückshaken liegen die Punkte ef des inneren Hufeisens über dem Punkte y.

Fig. 3. Einfacher Glückshaken mit Scharnier, bestimmt, gleich dem vorhergehenden, eine geneigte Stange wieder gerade zu richten, ohne sie aber zu Tage fördern zu können. Man construirt ihn mit der Klinge eines Meißelbohrers, die man einschneidet, um den Flügel aufzunehmen, der um einen kleinen Bolzen beweglich ist. Er ist besser geeignet zum Anheben einer Röhre oder zur Beseitigung von Kieseln, welche die Basis der letzteren behindern, wenn man sie niedertreiben will.

Fig. 4. Steigbügel mit einfachem Ring oder Zapfenband def, beweglich auf einem Bolzen ab. Mit diesem Werkzeug kann man auch eine Stange aus dem Bohrloche zu Tage fördern; letztere findet nämlich Aufnahme zwischen der Stange des Werkzeuges und seinem Ringe, und wenn man den Bohrer hebt, so wird die gesuchte Stange im Steigbügel festgehalten. Man thut wohl, den unteren Theil d des Werkzeuges mit einer Schrägfläche oder einer Spitze zu versehen.

Fangmuttern mit Frictionsrädchen und Klappen.

Fig. 5. Fangmutter mit zwei Frictionsrädchen, die dazu dient, einen Bohrer anzuheben, welcher keine Vorragung darbietet. Wenn eine Bohrstange z. B. in ihrer Mitte bricht, so wendet man die Fangmutter oder Trompete mit Muttergewinde an, deren Anwendung ich sogleich erklären will. In Ermangelung dieses Werkzeuges wendet man einen Glückshaken an, wenn es die Größe des Bohrloches gestattet, und man unterfängt den Bohrer am folgenden Stangenschloß oder am nächstfolgenden weiter unten. Das Herausziehen geht in der Regel auf diese Weise gut von Statten, aber es kommen Fälle, wo es nicht gelingen will: wenn z. B. der Bohrer bricht, indem er aus einer großen Höhe niederstürzt, so geschieht dieses, weil er sich auf sich selbst zusammenbiegt und die Elasticität des Eisens dadurch überwunden worden ist. Daraus geht nun hervor, daß die Bohrstangen, besonders diejenigen über der Sohle des Bohrloches, sich so verkrümmt haben, daß man sie kaum aus dem Bohrloche bringen kann. Es ist begreiflich, daß, wenn die Bohrstange, welche sich zuerst den Fangwerkzeugen darbietet, einen Pfeil darstellt, dessen Ende sich in die Unebenheiten des Bohrloches setzt, man nicht wohl thun werde, beim Ergreifen dieser Stange sie ihrer Federkraft zu überlassen, weil man dann erstens viele Mühe haben würde, sie aus dem Bohrloche herauszubringen, weil sie die Wandungen des Bohrlochs zerreißen würde, und weil es endlich schwierig und selbst unmöglich sein würde, sie in die Sicherheitsröhre einzuführen u. s. w. Ein Glückshaken ist in diesem Falle ein unpassendes Werkzeug, welches man besser durch eine Fangmutter mit Frictionsrädern ersetzt. Es sei Ah die Stange des Werkzeuges; zwei hohle Stücke BCD sind daran mittelst zweier Bolzen i-j, i-j befestigt; sie haben an ihrer Basis einen Raum, daß zwei Frictionsrädchen SS darin angebracht werden können, die sich um die Bolzen SS drehen und zu gleicher Zeit dazu dienen, die zwischen ihnen befindlichen Stücke festzuhalten. Diese Frictionsrädchen werden gegen einander durch die Federn KK′, KK′, Fig. 5 und XX′ Fig. 6 getrieben (gewöhnlich bezeichne ich in den zwei oder drei Proportionen desselben Werkzeuges die nämlichen Stücke durch die nämlichen Buchstaben), so daß die Stange zwischen dieselben in der Lage VZ tritt. Wird nun in diesem Augenblick das Werkzeug emporgehoben, so beginnen die beiden Frictionsrädchen, die Stange zu kratzen; aber nachher werden sie dieselben um desto fester einklemmen, je mehr dieselbe Widerstand leistet; denn je mehr sie sich gegen einander neigen, desto kleiner wird der Raum, welcher dieselben trennt. Für mittlere und große Durchmesser ist dieses Werkzeug von trefflicher Anwendung.

Fig. 23. Fangmutter mit einem Frictionsrädchen oder Sperrkegel. Sie hat vor der vorhergehenden den Vorzug, daß sie in einem Bohrloche von kleinem Durchmesser angewendet werden kann; aber der kleine Haken oder Sperrkegel S bietet nicht so viel Festigkeit dar, als die beiden vereinigten Frictionsrädchen der vorhergehenden Fangmutter. Eine im Innern excentrische Röhre cR von AB Durchmesser ist an eine Gabel D mit zwei Schenkeln ft, mn befestigt, welche in die Dicke der Krone eingeschnitten sind. Die Röhre ist an der Stelle und für das Spiel des Hakens S ausgestemmt, trägt einen Schwanz Z, welcher durch eine Feder YX gedrückt wird. Wenn die Bohrstange K in die Röhre eintritt und vor dem Haken vorübergeht, so wird sie von demselben nur gerieft; hebt man aber das

Werkzeug empor, so setzt sich der Haken in die Stange selbst ein und hält sie kräftig zurück.

Fig. 26. Da, wo von dem Herausziehen der Sicherheitsröhren die Rede ist, habe ich eine Fangmutter mit einem einzigen Arme **ZPR** beschrieben; sie dient auch dazu, die Bohrstangen aus dem Bohrloche zu ziehen, und wirkt auf eine ähnliche Weise, wie das vorhergehende Werkzeug, nur daß der Haken **P**, kraft seiner eigenen Schwere, auf die Stange zurückfällt. Dieses Werkzeug hat einen sehr geringen Durchmesser und eignet sich deßhalb zum Ausziehen hölzerner Stangen, die häufig zwischen sich und dem Bohrloche wenig Raum übrig lassen.

Fig. 7. Fangmutter mit Klappen. Sie besteht aus einer gabelförmigen Stange **A**, deren Schenkel einen Meter oder länger sind, je nachdem das Stangenschloß, welches unterfangen werden soll, sich weit unter dem Bruche befindet; diese Schenkel werden durch ein eisernes Band oder Reif **BC** verbunden, auf welches zwei Klappen **XY** fallen, deren Zapfenbänder die Schenkel umfassen und daran durch Niete befestigt sind. Sind die Klappen niedergeschlagen, so lassen sie zwischen sich einen rechtwinkeligen Raum übrig; diese Figur wird ein Quadrat, wenn die Stange ergriffen worden und das Werkzeug emporgehoben wird. Dieses Werkzeug erheischt einen großen Durchmesser, wenn es hinlängliche Festigkeit erlangen soll.

Fig. 22. Röhre zum Herausreißen des Bohrers. Im Capitel, wo von dem Ausziehen der Sicherheitsröhren die Rede ist, habe ich von diesem Werkzeuge gesprochen. Es kann auch angewendet werden, um eine Bohrstange oder ein Werkzeug aus dem Bohrloche zu ziehen, sobald nur gewisse vorspringende Theile, z. B. das Stangenschloß, oder die Unebenheiten der Stange des Meißelbohrers den Federn feste Angriffspunkte darbieten. Es ist, wie man sieht, von leichter Construction und kann viele Fangwerkzeuge ersetzen, wenn an dem Orte, wo die Bohrarbeit ausgeführt wird, die Arbeiter mit letzterem nicht hinlänglich umzugehen verstehen.

Werkzeuge zum Herausziehen der Löffelbohrer mit Ventil, welche am Seile in Thätigkeit gesetzt werden.

Fig. 24. Ein einfacher Haken ist ausreichend, um mittelst des Bohrgestänges einen Sandlöffel mit Henkel aus dem Bohrloche zu ziehen. Dieses gelingt auch mittelst des Seiles und des doppelten Hakens Figur 25 an demselben.

Fig. 27. Wenn man mittelst des Seiles löffelt, so wird der Sandlöffel mit einem Stangenschlosse über demselben häufig im Sand mit Kieseln untermengt oder auch im reinen Sande festgehalten, und da man mit dem Seile keinen Zug ausüben kann, der für diesen Zweck kräftig genug ist, so thut man wohl, sobald das Seil das Einbringen von Fangwerkzeugen behindert, dasselbe mittelst zwei Messern zu zerschneiden, die mit kleinen Gewichten belastet sind oder nicht. Diese Messer sind in einer Röhre nach Art der Klappen angebracht; das Seil wird über der Bodensohle gehalten, während dieses Werkzeug hinabgelassen wird. Es befindet sich, wie man sieht, im Innern der Röhre. Wenn man nun den Bohrer anhebt, um den Stangenhaken wegzunehmen, so darf dieses nur um einen ganz geringen Betrag geschehen, denn sonst treten die Messer in Wirksamkeit und zerschneiden das Seil. Hat man das Werkzeug bis auf den Kopf des im Bohrloche gebliebenen Werkzeuges niedergelassen, so hebt man

den Bohrer, ohne weiter etwas vorzunehmen, und zieht dann das Seil ohne allen Widerstand aus dem Bohrloche. Ist dieses geschehen, so bringt man eine Fangmutter mit Muttergewinde oder jedes andere geeignete Werkzeug in das Bohrloch, um den Sandlöffel zu ergreifen.

Hechtrachen (Wolfsrachen).

Figur 28. Dieses Werkzeug besteht aus zwei cylindrischen hohlen Theilen, welche von einander um einen etwas geringeren Betrag abstehen, als die Dicke der Meißelbohrerklinge, oder der Schneckenbohrerklinge beträgt, welche abgebrochen ist, und welche man aus dem Bohrloche zu ziehen bemüht ist: sie tritt nämlich in diese Art von mit Zähnen bewaffneter Gabel ein. Der Raum, welcher die beiden Schenkel der Gabel trennt, muß von der Art sein, daß der ergriffene Gegenstand stark geklemmt wird. Dabei muß man indessen Vorkehrung treffen, daß nicht der äußere Durchmesser des Hechtrachens, nach ergriffener Stange, größer wird als der Durchmesser des Bohrloches, denn in solchem Falle würde es dann unmöglich sein, das Fangwerkzeug selbst aus dem Bohrloche herauszuziehen.

Schraubenbohrer.

Figur 29. Die Brüche werden in dem Maße seltener, als der Durchmesser des Bohrloches kleiner wird; bestände aber auch nur ein Spielraum von einem halben Centimeter zwischen den Stangenschlossen und der Wandung des Bohrloches, so könnte man diese Unglücksfälle nicht gänzlich vermeiden, weil die Werkzeuge in Folge schlechter Beschaffenheit ihres Eisens mangelhaft sind und bei der geringsten Kraftäußerung sowohl beim Drehen als beim Schlagen nachgeben und brechen können. Da nun der geringe Durchmesser des Bohrloches das Einbringen der erwähnten Fangwerkzeuge nicht gestattet, und sogar eine Trompete mit Muttergewinden zu groß ist, um Durchgang zu finden, so bohrt man ein Loch in das Ende der zerbrochenen Stange oder des zerbrochenen Werkzeuges und, nachdem man dasselbe mit Muttergewinden versehen hat, zieht man das Werkzeug aus dem Bohrloch.

Fangmutter oder Trompete mit Muttergewinden.

Zum Herausziehen zerbrochener Theile, welche ziemlich die Verticallinie einnehmen, oder die Wandungen des Bohrloches nur berühren, ohne in dieselben einzudringen, ist die Trompete mit Muttergewinden das beste anzuwendende Fangwerkzeug, weil man bei genauen Messungen sicher sein kann, gleich beim ersten Versuche den gesuchten Gegenstand finden und ausziehen zu können, und weil außerdem die Schraubengänge, welche die Fangmutter in den zerbrochenen Theil einschneidet, fest genug sind, um denselben, wie schwer er auch sei, ohne neuen Unglücksfall zu Tage zu fördern. Dieses Werkzeug ist ganz einfach ein Cylinder, Figur 9, Tafel 13 AB, ausgehöhlt in CD zum Ausziehen der Trümmern, welche sich in das Innere des mit Muttergewinden versehenen Theiles begeben. Eine Trompete mit Muttergewinden erfüllt alle Bedingungen, sobald sie hoch genug mit Muttergewinden versehen ist, um den cylindrischen Theil der Stangenschlosse und Bohrstangen und die Diagonale des Quadrateisens in sich aufzunehmen. Aus ihrer Form ergiebt sich schon die Art ihrer Anwendung, darin nämlich bestehend, daß man den Bohrer in der Richtung

der Schraubengewinde dreht, sobald man sicher ist, daß der abgebrochene Theil in die Fangmutter eingetreten ist.

Wenn das aufgesuchte Stück kurz und folglich sehr wahrscheinlich gegen die Wand des Bohrloches geneigt ist, so setzt man mit Schrauben an die Fangmutter einen Trichter, den man schräg zu seiner Achse abschneidet; man sucht nun mit dem niedrigsten Theile dieses Abschnittes auf das Werkzeug zu gelangen, welches bei der geringsten Bewegung des Bohrers unvermeidlich in den Trichter geräth, um sich den Schraubengewinden der Fangmutter darzubieten.

Figur 10. Wenn eine Bohrstange sich abschraubt, so kann man unter andern Werkzeugen eine weibliche Schraube ihrer Nummer anwenden, welche man mit einem trichterförmigen eisernen Reif versieht, wenn der Durchmesser des Bohrloches groß ist, indem die weibliche Schraube allein die gesuchte Bohrstange nicht auffindet.

Figur 11. Werkzeug, welches im Capitel, wo vom Ausziehen der Sicherheitsröhren die Rede ist, bereits erwähnt worden.

Figur 12. Zange mit Schraube, die als Fangwerkzeug angewendet wird, auch statt der Sandlöffel zum Ausziehen von Kieselrollsteinen oder von Gesteinbruchstücken benutzt werden kann. Zwei Schenkel DS, D′S′ endigen mit concaven oder verzahnten Theilen, oder mit einer Kluppe nn′; der eine Schenkel ist mit einem Zapfenbande versehen, in welchem der andere um den sie verbindenden Bolzen C sich bewegt. Der erste Schenkel ist rechtwinkelig gekröpft, um eine Schraube von 5 Centimeter aufzunehmen, deren Ende B einen Kegel bildet, welcher, wenn er mit der Schraube hinabsteigt, den Schenkel D′ nach auswärts treibt und das Ende desselben S′ dem Ende des anderen Schenkels S nähert.

Befestigung der Stangenschlosse mit Schraube.

Man ist manchmal genöthigt, um Stangen aus dem Bohrloche zu ziehen, die gegenseitig einander behindern, wenn nämlich der Bohrer aus einer großen Höhe ins Bohrloch hinabgestürzt und in mehrere Theile zerbrochen ist, die einander einkeilenden Bohrstangen loszuschrauben, um den Kopf derjenigen ergreifen zu können, welche sich herausziehen lassen. Die Stangenschlosse mit Gabel und Zunge sind für einen solchen Fall eine große Hülfe; aber da dieses alte und fehlerhafte System jetzt verbessert und das Schraubensystem ihm völlig substituirt worden ist, so mußte man darauf bedacht sein, das beste Verfahren aufzusuchen, um den Bohrer mit Schraubenstangenschlossen steif zu machen. Das Mittel, die Schraubenstangenschlosse so zu befestigen, daß sie Kraftäußerungen beliebig nach rechts oder nach links ertragen, besteht darin, die mit einander verbundenen männlichen und weiblichen Schrauben so zu befeilen, daß man einen wenig merklichen halbflachen Theil erhält, um jedenfalls die weibliche Schraube nicht zu beschädigen, die in der Regel nicht sehr stark ist; man schiebt alsdann einen Ring von zwei oder drei Centimeter Breite über diese Stelle, der die Schraubenverbindung bedeckt. Dieser Ring besitzt in seiner innern Kreisfläche einen nicht sehr tiefen Ausschnitt, welcher, dem halbflachen Theile des Stangenschlosses gegenüber gebracht, einen geeigneten Raum darbietet, um einen Schließkeil aufzunehmen, welcher mit dem Hammer eingetrieben wird.

Beispiel der Ausförderung eines Werkzeuges. (Tafel 15, Figur 9.)

Der Meißelbohrer Gh ist im Schraubenzapfen des Stangenschlosses gebrochen, während damit auf Sandstein geschlagen wurde, welcher von einer 12 Meter mächtigen Sandschicht bedeckt ist. Es ist möglich, daß das Werkzeug im Augenblicke des Bruches einen verticalen Stand gehabt habe; da es aber auch eine schwach geneigte Lage angenommen haben kann, so bleiben wir bei letzterem Falle stehen. Wenn es dem Meißelbohrer gelang, das Gestein zu erreichen und hier frei einzuwirken, so konnte dies nur nach einer ununterbrochenen Arbeit durch den Sand hindurch der Fall sein; sobald die Bewegung des Bohrers aufhört, setzt sich der Sand fest, häuft sich an, und der Bohrer wird festgehalten, wenn dieses Ausruhen einige Minuten dauern sollte. Außerdem ist dieser Sand unerschöpflich, d. h. wie viel man auch davon mit Sandlöffeln auslöffeln mag, so bleibt sein Niveau immer das nämliche. Die Anwendung eines Glückshakens ist also unthunlich und ebenso wenig diejenige einer Trompete mit Muttergewinden, indem diese Werkzeuge nur in einem ziemlich freien Canale thätig sein können. Man ist also genöthigt, um diesen Unglücksfall wieder auszubessern, die Sandschicht bis auf den Kopf des Werkzeuges mit Röhren auszusetzen und zwar mittelst der Verfahrungsarten, welche in dem Capitel angegeben sind, wo vom Aussetzen mit Röhren die Rede ist. Da man ziemlich bis auf einen Centimeter die Entfernung kennt, welche die Basis der Röhre vom Kopfe des Werkzeuges trennt, so hängt man einige Mal einen Sandlöffel ein, um den Sand auszuräumen, welcher beständig in die Röhre dringt, sobald man mit letzterer ziemlich den Kopf des Werkzeuges erreicht hat. Aber statt des Werkzeuges Figur 9, Tafel 13 wendet man eine feste Röhre mit Gabel an, welche unten mit einem eisernen trompetenartig erweiterten Reife mit eingeschnittenen Muttergewinden versehen ist, so daß der Sand dem Fangwerkzeuge nicht hinderlich ist. Der Sand steigt bloß im Ende der Röhre empor, läßt aber den eisernen Reif davon frei oder vielmehr mit Sand gefüllt, der leicht um einige Centimeter verdrängt werden kann, durch den Eintritt der Stange des Werkzeuges. Findet man mit Hülfe des mit Muttergewinden versehenen eisernen Reifes nicht die Stange des Werkzeuges, und bemerkt man beim Drehen der Röhre, daß sie die Stange zur Seite liegen läßt, so bringt man sogleich, nachdem man sich von dieser Thatsache überzeugt hat, die Sicherheitsröhre über das Werkzeug. Sitzt die Basis derselben gut über dem Werkzeug, so bringt man einen Haken in Gestalt eines Glückshakens f ein und bemüht sich, mit demselben die Stange gh in die Richtung der Röhrenachse zu bringen, worauf man die Röhre so weit hinabsteigen läßt, bis der Glückshaken und der Kopf des Werkzeuges sich beide in derselben befinden. Ist dieses erreicht, so nimmt man den Glückshaken ab, um eine Trompete mit Muttergewinden oder das Ende des Rohres einzubringen, welches deren Stelle vertritt, und zieht dann das abgebrochene Stück ohne Mühe aus dem Bohrloche. Da die Klinge größer ist, als die Röhre, welche zum Ergreifen derselben gedient hat, so sieht man sich genöthigt, den Bohrer und die Röhre gleichzeitig herauszunehmen. Diese Operation geht zwar ziemlich langsam von Statten, bietet aber keine Schwierigkeit dar. Wenn man indessen sich auf die Festigkeit des Schraubeneingriffes der Fangmutter verlassen kann, und wenn das Bohrloch bei dem Heraus-

nehmen der Röhre in guter Beschaffenheit bleibt, so kann man den Meißelbohrer, nachdem er aus dem Sande herausgezogen worden, hier sammt seinem Bohrgestänge zurücklassen und die Röhre allein herausziehen.

Die Zahl und die Beschaffenheit der Unglücksfälle, die während einer Bohrarbeit sich einstellen, sind unendlich verschieden. Der Meißelbohrer, den wir so eben aus einer Sandschicht z. B. herausgezogen haben, kann unter weit schlimmeren Umständen in andern Gebirgsarten zerbrechen. Zerbricht statt eines Meißelbohrers ein Löffelbohrer entweder in der Bohrstange oder weiter unten in der Klinge, so verlangt diese andere Lage, eine verschiedene Anordnung der Fangwerkzeuge und auch einige Veränderungen in der Art, wie man dabei zu Werke geht. Ich glaube für Solche, welche sich mit Bohrarbeiten zu beschäftigen wünschen, eine ziemlich große Zahl von Werkzeugen verschiedener Beschaffenheit erläutert zu haben, um sie in den Stand zu setzen, in einzelnen Fällen, welche von den beschriebenen eine Ausnahme machen, diejenigen Werkzeuge construiren oder modificiren zu lassen, die ihnen Noth thun. Um aber einen großen Theil dieser Unglücksfälle zu vermeiden und zugleich die Ersparniß zu benutzen, die mit einer ununterbrochenen Arbeit verbunden ist; ferner um nicht Gefahr zu laufen, eine schon weit vorgeschrittene Bohrarbeit wiederum aufgeben zu müssen, empfehle ich, was ich bei jeder Gelegenheit wiederhole, die Anwendung von zwei oder drei unzerstörbaren Bohrstangen um den unteren Theil des Bohrers zu treiben; die stärksten Stangenschlosse hauptsächlich für die Werkzeuge zum Schlagen; und endlich die sorgfältigste Untersuchung aller derjenigen Stücke, welche ins Bohrloch eingehängt werden, um ohne den geringsten Anstand alle diejenigen zu verwerfen, die nicht ganz positiv als fest erkannt werden.

Werkzeuge und geeignete Mittel, um die gerade Richtung eines Bohrloches wiederherzustellen, und dasselbe wieder auszuglätten.

Die Beispiele von Bohrlöchern, welche sich bis jetzt von der verticalen Linie entfernt haben, sind zahlreicher, als sie sich künftig darbieten werden, weil die Vorsichtsmaßregeln, welche man gegen solche Ergebnisse ergreift, wirklich im Stande sind, sie, wenn auch nicht vollständig, doch wenigstens in der Art zu vermeiden, daß die Fortsetzung der Arbeiten dabei nicht leidet. Mehrere Ursachen wirken darauf hin, ein schiefes Bohrloch zu erzeugen: die erste beruht darin, daß man schlecht angefangen hat, d. h. in einer geneigten Linie den Widerstand der Basis des Bohrwerkzeuges und die Kraft des Schwengels, welcher an der Bodensohle dieses Werkzeug in Bewegung setzt, in Anwendung gebracht hat. Gerade dieser Fehler ist aber am leichtesten zu vermeiden, obschon er es ist, welcher am häufigsten ein Unglück herbeiführt, weil man nur in äußerst seltenen Fällen auf die leichtesten Dinge hinlängliche Aufmerksamkeit zu verwenden pflegt. Wenn die verticale Richtung von vorn herein verfehlt ist, und das Bohren in Mergel oder Thon fortgesetzt wird, die mit Löffelbohrern durchsunken werden, so unterliegt es keinem Zweifel, daß das Bohrloch seine schiefe Richtung behält. Findet man unter diesem Thon eine Masse milden Gesteines, so folgt das Schlagen auf die erste Art des Bohrens. In Folge dieser Bewegung wird der Bohrer sich der verticalen Linie zu nähern weit mehr geneigt sein, als im ersten Falle und wird vielleicht gegen den unteren Theil des Bohrloches hin wieder mit der verticalen Linie zusammen-

treffen; aber dann wird er an einem gewissen Punkte des Bohrloches eine sehr merkliche Krümmung annehmen, welche häufige Brüche herbeiführt. Es ist also von Wichtigkeit, daß ein Bohrloch mit Aufmerksamkeit begonnen werde, und man darf es nicht vernachlässigen, das Schlagen in Anwendung zu bringen, sobald die mürben oder Alluvialschichten durchsunken sind und man auf neue Schichten stößt, die zwar mit dem Löffelbohrer in Angriff genommen werden können, aber aus den Gründen, deren oben gedacht wurde, mit dem Meißelbohrer durchsunken werden müssen. Wenn man gleich von vorn herein den Meißelbohrer anwendet, so ist es fast unmöglich, anders als in der Verticallinie das Bohrloch anzulegen, und wenn der Befestigungspunkt des Bohrers sich nicht in dieser Linie befände, so würde er schon durch die Elasticität des Bohrers selbst dahin geführt werden.

Es giebt auch natürliche Ursachen, welche dieselben Wirkungen herbeiführen, und diese Ursachen kann man nicht vermeiden, wohl aber besiegen. Bald ist es die heterogene Beschaffenheit des Gebirges, und bald sind es Spalten, die das Gebirge durchsetzen, welche das Werkzeug nöthigen, eine schlechte Richtung zu verfolgen. So bewirken z. B. die harten Theile d Figur 7, Tafel 15, daß der Meißelbohrer nach der Seite c abweicht, wo schon ein kleiner Spalt ausreichend war, ihn hinzuführen; das Fallen der Schichten begünstigt noch überdieß diese Wirkung, und wenn man nicht darauf achtet, vielmehr fortfährt, ein oder zwei Meter tief unter denselben Bedingungen zu schlagen, so muß das Bohrloch unvermeidlich eine schiefe Richtung annehmen. Sobald man nun in einem fallenden Gebirge hauptsächlich unter dem Meißelbohrer einen ungleichen Widerstand spürt (wohlverstanden von einer anderen Ursache, als von der Auflagerung einer milden Schicht auf einer harten herrührend; denn in diesem Moment sind die Schläge des Meißelbohrers auf die Enden des Durchmessers, welcher mit der Linie des Fallens zusammenfällt, sehr deutlich); sobald die Bewegungen des Meißelbohrers endlich zwar diejenigen sind, welche er unter den Umständen haben muß, von denen ich so eben gesprochen habe, und sobald der Bruch im Schraubenzapfen oder in der Stange den besten Beweis dafür liefert: so wird man am besten thun, diese Stelle der Schichten mit einem Meißelbohrer mit breiten Ohren und langer Klinge oder mit einer verstählten Glocke nachzubüchsen. Wenn, wie die Figur 7 anzeigt, das Bohrloch definitiv vom Punkte an eine schlechte Richtung verfolgt hat, so wird man dieses später gewahr werden, und zwar zuerst an der Häufigkeit der Stangenbrüche an dieser Stelle und dann an der Schwierigkeit, welcher man beim Einziehen einer Sicherheitsröhre, wenn das tieferliegende Gebirge eine solche erheischen sollte, begegnen wird.

In mildem Mergel mit harten Steinknauern nimmt das Bohrloch noch leichter eine schlechte Richtung an; seine Achse bildet dann nicht allein einen Winkel, sondern eine ganz krumme Linie, deren hervorragende Punkte die Gesteine, welche von der Mergelauflösung unbedeckt geblieben sind, bilden. Wenn das Resultat, welches man zu erreichen sucht, erlangt ist, ohne daß es während der Arbeiten oder nach Vollendung derselben sich nöthig macht, diese Gebirgsschichten mit Röhren auszusetzen, so kommt auf die Gestalt der Achse des Bohrloches, von welcher Beschaffenheit dieselbe auch sein möge, wenig an, denn die springenden Wasser werden in diesem Bohrloche, wie in einem verticalen emporsteigen, nur dürfte vielleicht die

Geschwindigkeit, mit welcher sie emporsteigen, etwas geringer sein. Ist man dagegen, um die Bohrarbeit fortzusetzen, genöthigt, die durchsunkenen Gebirgsformationen mit Röhren auszusetzen, so wird man, wenn die gehörige Vorsicht, um geradlinig abzubohren, versäumt worden ist, wenn auch der Durchmesser der Werkzeuge viel größer, als der Durchmesser der einzuziehenden Röhre ist, dieselbe nicht einhängen können, weil sie nicht vorwärts rückt und nicht so biegsam, wie das Bohrergestänge, ist und weil außerdem ihre Basis jeden Augenblick auf vorragende Theile stößt, welche ihr Vorrücken hemmen. Es wird alsdann dringend nöthig, die verticale Richtung des Bohrloches wieder herzustellen und es für den Zweck des Einziehens der Röhre auszuglätten. Es bieten sich nun hierzu zwei Mittel dar: entweder läßt man das Loch leer und beseitigt die Unebenheiten mit Werkzeugen, welche sich für diese Arbeit eignen; oder man stürzt das Loch mit Widerstand ausübenden Materialien aus, welche man dann wie noch nicht durchsunkene Gebirgsschichten behandelt.

Dieses Ausfüllen des Loches wird bewerkstelligt mit Mörtel, zusammengesetzt aus römischem Cäment und Sand oder aus Kalk, römischem Cäment, Puzzolanerde und Sand, den man in eine Röhre ab gießt auf dieselbe Weise, wie bei den artesischen Brunnen. Aber dieser Mörtel erlangt nicht sogleich eine große Härte, und erst nach einigen Monaten gleicht er einem Sandstein von mittlerer Festigkeit. Man muß also die Arbeiten so lange einstellen, denn wenn man den Mörtel, bevor er hart geworden, in Angriff nimmt, so findet man dieselben Uebelstände wieder, welche man vernichten will. Das Ausfüllen des Bohrloches ist von Wichtigkeit für seine Lage Figur 7, weil, welche Stangen der Werkzeuge man auch anwenden möge, um die falsche Richtung zu beseitigen, diese Stangen an Länge zunehmen, bald biegsam werden und dem Werkzeuge gestatten, wieder in den nebenanliegenden leeren Raum einzutreten.

Man könnte indessen auf folgende Weise die gerade Richtung des Bohrloches wieder herstellen, ohne dasselbe mit Mörtel auszufüllen: man müßte sich zuerst eines Cylinders von 8 Metern Länge mit einem eisernen Reife mit Muttergewinden zur Aufnahme einer Trompete bedienen, welche eine unmittelbare Fortsetzung des Cylinders bildet. Wird nun letzterer durch die Werkzeuge geleitet, welche das gute Loch erzeugen, so würde er ohne Zweifel in verticaler Richtung zwei bis drei Meter unter dem Winkel d gute Dienste leisten, aber darüber hinaus würde er der Trompete gestatten, die verticale Linie zu verlassen und die alte Richtung wieder zu verfolgen, indem sein oberer Theil sich zu neigen beginnt. In diesem Augenblick müßte man nun die Arbeit mit der Trompete einstellen und eine Röhre einhängen, deren erste acht oder zehn Meter von unten an gerechnet aus starkem Blech bis zu der Tiefe beständen, welche durch die Trompete erreicht worden ist. Nach Beendigung dieser ersten Operation würde man die gerade Richtung mit Hülfe eines Cylinders von derselben Länge, wie der vorhergehende und vom inneren Durchmesser der Röhre, weniger einige Millimeter, bloß fortsetzen, und endlich in dem Maße, als man mit der Trompete Boden gewinnt, hätte letztere auf einer Widerstand leistenden Oberfläche, die immer breiter würde, zu arbeiten, und man würde dahin gelangen, das schiefe Bohrloch gänzlich zu verlassen.

Ich komme jetzt zu dem Fall eines an mehreren Punkten krummen Bohrloches, wo die Krümmung das Ergebniß des unvollkommenen Bohr-

verfahrens ist, welches man in Gebirgsarten von ausnahmsweiser Beschaffenheit angewendet hat. Ich würde ein Beispiel dieser Gebirgsarten im Thon und in den Gesteinen des Pariser Beckens entnehmen, wenn diese Bildung mächtiger und wenn der Thon weniger dicht wäre. Ich finde aber ein vollkommeneres im Gyps, im Kalk und im bunten Mergel der salzführenden Formation, die man ihrer ganzen Mächtigkeit nach, d. h. gegen tausend Meter, zur Ausförderung des Steinsalzes durchsinkt. So oft man diese Formation mit einem leichten, folglich biegsamem Bohrer und ohne Leitung, d. h mit Meißelbohrern mit flacher und kurzer Klinge durchsinken wird, die über sich keinen cylindrischen Körper haben, oder wenigstens keinen flachen und langen Körper, der den Durchmesser des Bohrloches ausfüllt, wird man nur eine Oeffnung ohne regelmäßige Gestalt, ein gewundenes Loch und von solcher Beschaffenheit erhalten, daß, wenn man sich eine gerade Linie von der Bodensohle an bis auf die Sohle des Bohrloches denkt, dieselbe durch eine gewisse Zahl vorspringender Punkte fallen wird, die von ebenso viel Gesteinen gebildet werden, auf welchen die Meißelbohrer ausgeglitten sind, um die gegenüberliegenden milden Theile anzugreifen. Wenn mit andern Worten der Durchmesser der Werkzeuge 0,^{m}20 beträgt, so wird der Zwischenraum zwischen zwei Tangenten an den Unebenheiten des Loches an beiden Seiten des letzteren nicht 0,^{m}20 betragen, wie dieses bei einer regelmäßigen Gebirgsart der Fall sein würde, sondern er wird vielleicht = 0 sein.

Die zum Glattbohren eines ähnlichen Bohrloches anzuwendenden Mittel befinden sich unter denen, die man schon beim Bohren hätte anwenden sollen, nur mit dem Unterschiede, daß alle Operationen hier weit schwieriger sind; denn da der Mergel gewisse Gesteine nicht mehr unterstützt, so fallen diese, ihrer eigenen Schwere überlassen, oder durch die Schwingungen des Bohrers erschüttert, auf die Werkzeuge herab und klemmen sie ein. Unglücksfälle anderer Beschaffenheit, die Brüche dieser Werkzeuge, sind noch häufiger, welche Stärke man auch ihrer Stange geben möge.

Zwei besondere Mittel werden in Anwendung gebracht, um die verticale Linie des Bohrloches wieder herzustellen oder dasselbe glatt zu bohren. Das erste besteht darin, das Bohren in einem größeren Durchmesser als früher vorzunehmen und damit so tief niederzugehen, als die Reinheit des Loches es gestattet; dann eine erste Sicherheitsröhre einzuziehen, in welcher man, wie Anfangs, zu Werke geht, um eine zweite einzuziehen, sobald die Gebirgsart es erheischt. Das zweite Mittel besteht darin, eine erste Röhre einzuziehen, sobald der Glattbohrer mit Schwierigkeit arbeitet, und diese Röhre mittelst eines Nachbohrers oder eines Erweiterungsbohrers tiefer niederzubringen Ich will jetzt diese beiden Methoden untersuchen, ihre Vortheile und ihre Nachtheile darlegen, damit man, je nach der Oertlichkeit, wisse, welcher von ihnen der Vorzug einzuräumen sei.

Um das Bohrloch so viel wie möglich zu erweitern, ehe man die Röhre einzieht, darf man keinen Meißelbohrer mit einfacher Klinge anwenden, sondern man muß Klingen mit Ohren in Thätigkeit setzen, die man an das Ende eines Glattbohrers von fünf oder 6 Meter Länge Figur 5, Tafel 16, mittelst eines starken Stangenschlosses befestigt, wie in Figur 19, Tafel 9, angegeben ist, wo ein Meißelbohrer mit Ohren von 0,^{m}12 Entwickelung ohne Stange dargestellt ist, welcher an einer eisernen Klinge von

sieben bis acht Centimeter Dicke und von der Breite des Bohrloches angesetzt ist. Hier beträgt die Dicke des Schraubengewindes 0,m10; im Dunkeln beträgt der ganze Durchmesser des Stangenschlosses 0,m14. Je größer die Differenz zwischen diesen beiden Dimensionen ist, desto fester ist der Schraubenzapfen, weil der Hebel des Widerstandes gegen die Zerbrechung in demselben Verhältniß wächst. Auch wird eins unserer kleinen Stangenschlosse z. B. Nr. 4, um desto fester sein, je größer der Durchmesser desselben ist. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß ein Zapfen von zehn Centimeter zerbreche, wie schief auch die Fläche sein mag, auf welche die Klingen des Meißelbohrers aufsetzen. Fürchtet man aber ein solches Ereigniß, so kann man diese Dimension auf zwölf Centimeter bringen, nur muß man vermeiden, dem äußeren Durchmesser denjenigen des Bohrloches zu geben, weil man dann einen Füllzapfen (tampon) hätte, auf welchen die Bruchstücke des Gesteines herabfallen könnten. Ich ziehe vor, dem Schraubengewinde einen Durchmesser von 0,m10 zu lassen und dem äußeren Stangenschloß die viereckige Form zu geben; die vorspringenden Stellen würden sich dem Herausziehen des Werkzeuges nicht widersetzen und dennoch genügen, die Festigkeit des Stangenschlosses um Vieles zu vermehren. Statt eines Stangenschlosses mit Schraube kann man an das Leitungswerkzeug Fig. 11, Taf. 10 eine Gabel mit zwei ähnlichen Klingen, wie die vorhergehenden ansetzen; versenkt man in jede Seite Eisen und auch unten hin, so befestigt man die Gabel in horizontaler Richtung; sie wird alsdann durch zwei Bolzen mit versenktem Kopfe an jedem Schenkel und durch einen dritten festgehalten, welcher sie von unten nach oben an den Schaft schließt.

Obgleich die Leitung über dem Meißelbohrer mit Ohren oder über der Trompete sieben bis acht Meter Länge hat, so neigt sie sich doch noch immer, sobald die Wandungen, welche sie über sich und in dem Zwischenraume läßt, wo der Meißelbohrer arbeitet, keinen Widerstand zu leisten vermögen; irgend ein vorspringender Punkt, der gegen ihre Mitte hinliegt, treibt sie aus der verticalen Linie heraus. Wenn die Leitung verstählte Kanten besäße, die man leicht wieder herstellen könnte, so wäre es möglich, durch Drehung die Hindernisse abzuarbeiten, welche dahin streben, dem Werkzeug eine geneigte Richtung zu geben. Aber man erreicht den Zweck weit geschwinder, wenn man die Führung in ihrer Mitte mit einer Klinge ausrüstet, welche in einer dem unteren Meißelbohrer entgegengesetzten Richtung zwei Ohren hat. Diese Klinge ersetzt auch das Werkzeug Figur 19, Tafel 9. Man kann zu gleicher Zeit den Führer eines dritten Meißelbohrers anbringen, so daß während des Schlagens einer von ihnen einem Hindernisse begegnen muß, welches sich der verticalen Richtung des ganzen Systemes entgegensetzt und welches er beseitigt (Figur 4, 5 und 6, Tafel 16).

Statt des Hauptführers, von welchem eben die Rede war, kann man auch eine starke Klinge von 0,m08 Dicke und 7 Meter Länge dabei vom Durchmesser des Bohrloches weniger 1 Centimeter anwenden, und auf derselben befestigt man mit starken Bolzen und in successiv entgegengesetzten Richtungen ringförmige Klingen, ähnlich denen der Meißelbohrer, oder auch wohl eine starke Stange von 8 bis 9 Centimeter ins Gevierte, die aus drei oder vier Theilen zusammengesetzt ist, welche die Verlänge-

rung bilden, und zwischen welche man eben so viele Meißelbohrer mit Ohren eingesetzt (siehe Figur 10, Tafel 10).

Wenn es gelungen ist, auf diese Weise 50 bis 60 Meter glatt auszubohren und wenn demungeachtet die Einstürze von Mergel und Gesteinbruchstücken das Werkzeug hemmen und seine Arbeit stören, so entschließt man sich, eine erste Röhre einzuziehen, die man mittelst eines Erweiterungsbohrers noch tiefer bringen kann, als das Bohrloch ausgeglättet ist, sobald sie nicht bereits einen zu starken Seitendruck erfährt. Will nun die Röhre nicht tiefer hinabdringen, so arbeitet man in ihrem Innern mit Werkzeugen von kleinerem Durchmesser und den vorhergehenden ähnlich.

Wendet man die zweite der beiden Verfahrungsarten an, welche ich weiter oben angegeben habe, so nimmt man von den gedachten 60 Metern z. B. nur 15 Meter vor, weil schon hier das Werkzeug nur mit Schwierigkeit seinen Dienst leistet. Man zieht sodann die Röhre ein, welche in einer Tiefe von 15 Metern festsitzt, und bringt sie mittelst des Erweiterungsbohrers von 15 bis auf 60 Meter nieder, wo wir sie so eben verlassen haben, statt ihr, wie im ersten Falle geschah, ihren Niedergang im offenen Loche vorzurichten. Wenn man vor dem Einziehen der Röhren das Loch erweitert, so ist dieses eine langwierige und mühsame Arbeit, die noch häufig durch Brüche von Werkzeugen und Stangen verwickelt und durch Einstürze erschwert wird. Uebrigens arbeitet die Leitung über den Glattbohrern nur unvollständig, weil sie, da das Loch an gewissen Stellen zu weit ist, keine unveränderliche Lage behält; aber wenn der anfängliche Durchmesser groß ist, und man mehrere Röhren einziehen kann, so ist das Glattbohren bei einem bestimmten Durchmesser noch das schnellste und auch das wohlfeilste Mittel.

Die zweite Methode gewährt den Vortheil, den Durchmesser zu erhalten und die Sicherheitsröhre zu ersparen; die Führung über den offenen Klingen erfüllt vollständig den Zweck, weil sie sich in der Röhre bewegt, die man in dem Maße niederbringt, als der Erweiterungsbohrer thätig ist. Man befolgt darin so ziemlich die französische Abbohrmethode, welche darin besteht, den Bohrwerkzeugen die nöthigen Röhren zur Unterstützung des Gebirges folgen zu lassen. Ob man nun ein besseres Resultat mit dieser Methode, als mit der anderen erlangt, hängt von der Beschaffenheit der Schichten und von dem Zustande des anfänglichen Bohrloches ab. Wenn das Hinabfallen von Gesteinsstücken häufig ist, so ziehe ich es vor, die Röhre mittelst der Erweiterungswerkzeuge succesiv niederzubringen; wenn sich das Bohrloch rein erhält, so bietet das Glattbohren auf eine große Tiefe und das nachherige Einziehen einer Röhre Ersparniß dar, und es ist schwierig, dem einen oder dem andern dieser Systeme den Vorzug zu geben, zumal selten zwei Bohrarbeiten sich ganz gleich sind. Es ist die Sache des Bohrmeisters oder des Ingenieurs, an Ort und Stelle diese Sache zu entscheiden.

Die Figuren 1 und 2, Tafel 16 zeigen, wie die verticale Linie eines Bohrloches hergestellt wird, mittelst einer Röhre, die durch Erweiterungswerkzeuge, welche unmittelbar unter der Röhre arbeiten, wenn das Gebirge leicht abzulösen ist, niedergebracht wird. Als Erweiterungswerkzeug wendet man einen Glückshaken mit Scharnier und oben an demselben eine Leitung von neun bis zehn Metern Länge an, welche das Werkzeug in der verticalen Linie erhält, wenn man es einige Meter unter die Röhre

niedersteigen läßt. Dieser Führer kann aus einer Stange von Eichenholz bestehen, die an ihren beiden Enden durch eine Gabelverbindung, ähnlich derjenigen eines Sandlöffels mit Ventil, nur weit stärker befestigt ist, wenn es der Durchmesser erlaubt, auch in einer gewöhnlichen Röhre sitzt, die am Holzcylinder durch dieselben Niete oder Stifte befestigt ist, wie an den Gabeln. Ein festerer Führer besteht, wie in Figur 2, aus einer Blechröhre von ½ Centimeter Metallstärke, die an ihrer Basis ein Muttergewinde besitzt, um zwei oder drei Erweiterungswerkzeuge von verschiedenen Formen aufzunehmen, und an ihrem oberen Theile eine dicke Eisenplatte, welche von Stiften durchsetzt wird. Man kann auch diese Röhre mit einer hölzernen Stange ausfüllen.

In der Figur 2 ist der Glückshaken mit Scharnier durch einen Erweiterungsmeißelbohrer mit Schraube ersetzt, der schon auf Tafel 12 beschrieben worden ist. Wenn das Gestein, auf welchem er sitzt, zertrümmert ist, und wenn er das nächstfolgende erreicht hat, so beeilt man sich, die Röhre niederzubringen, oder das zweite Gestein zu zertrümmern, wenn man es, ohne die gute Richtung zu verlassen, bewerkstelligen kann. Man darf die Röhre jedesmal nur um einen solchen Betrag niederbringen, daß von ihrer Basis bis zum Ende der Erweiterungsklingen hinlänglicher Raum übrig bleibt, in welchem das Werkzeug arbeiten kann. In einer schwierigen Gebirgsart, z. B. in einer Mengung von Mergel und Gesteinsstücken, deren größter Theil einstürzt, ist dieses Verfahren der unmittelbaren Einziehung der Röhre das sicherste und schnellste, welches man anwenden kann. Wenn man aus Sparsamkeit nicht die langen Führer anwendet, von denen eben die Rede war, so muß man alsdann die Stange des Erweiterungsmeißels oder die darüber befindliche Bohrstange mit einer Eisenplatte **efgh** Figur 5, Tafel 16 versehen. In der Regel ist es von Belang, durch dieses Mittel oder durch jedes andere das Erweiterungswerkzeug in der Achse der Röhre zu erhalten, welche niedergebracht werden soll, besonders bei schiefen Bohrlöchern; denn es liegt auf der Hand, daß wenn das Erweiterungswerkzeug nicht unverrückt in der Richtung der Röhre erhalten wird, es das Loch nicht concentrisch erweitern kann.

Die Figuren 3, 4, 5 und 6 derselben Tafel geben die geeigneten Mittel an, um ein schiefes Bohrloch wieder gerade zu machen, wenn die Gebirgsart, obgleich schwierig, doch hinlänglich haltbar ist, so daß die Erweiterungswerkzeuge und über denselben der Führer um eine beträchtliche Entfernung unter den mit Röhren ausgesetzten Theil eindringen können, ohne sich fest zu klemmen.

Wenn das Loch gewunden ist, so wendet man eiserne Klingen von der Breite des Bohrlochs, 5 Centimeter Dicke und 5 bis 6 Meter Länge **AB**, **CD** Figur 3 an, damit am untern Theile keine biegsame Stelle sich befinde; man bringt auch Klingen **hh** an, die in gewissen Abständen eingesetzt werden. Auf die untere Klinge bringt man Klingen, welche Meißel mit Ohren bilden; sie sind 1 Centimeter tief in die Stange eingelassen und werden durch starke Bolzen ohne Schraubenmuttern festgehalten. Man bringt nur zwei dieser Klingen an, wenn die vorragenden Punkte im Bohrloche nicht zahlreich sind.

Wie stark auch die Bohrstangen sein mögen, so biegen sie sich immer hinlänglich, um einen geneigten Stand zu erhalten, wenn das Loch klüftig ist. Daraus geht hervor, daß der untere Meißel über die Gesteinsvorra-

gung gleitet, auf welche er stößt, und sie so abrundet, daß er weiter keine Wirkung auf sie äußern kann. Man muß dann ein Erweiterungswerkzeug von größtmöglichem Durchmesser anwenden, um auf dem Gestein eine kleine geradlinige Oberfläche zu erzeugen, die einige Zeit lang dem Schlag der Meißelschneiden widersteht und endlich abbricht. Die Figur 4 erläutert diese Anordnung: b ist ein Meißel mit Federn, welcher auf Tafel 12, Figur 14 dargestellt worden ist; CD ist ein Werkzeug zum Glätten des Bohrloches mit vier aufgebolzten Armen, welches zugleich einen Führer von sechs Metern Länge bildet; a ist ein Meißel mit Ohren, welcher, obschon er nur den gewöhnlichen Durchmesser hat, doch, während das Erweiterungswerkzeug thätig ist, die Rauhheiten beseitigen kann, welche die früher angewandten Werkzeuge zurückgelassen haben. Da es übrigens sehr schwierig ist, das Erweiterungswerkzeug, den Führer und diesen Meißel a vollkommen in gerader Linie zu erhalten, so strebt letzterer immer, einen größeren Raum, als sein Durchmesser besagt, einzunehmen, und leistet deßhalb den Dienst eines Erweiterungsbohrers. Man kann sogar seine Stange ein wenig ausbauchen, um diese Wirkung hervorzubringen, darf aber von diesem Mittel keinen Mißbrauch machen, weil sonst der Bruch des Stangenschlosses eine Folge davon sein würde.

Je nachdem das Bohrloch es erheischt, bringt man das Erweiterungswerkzeug über den Führer und einen Meißel unter letzteren, wie in Figur 5.

Figur 6 sitzt der Führer über drei Meißeln mit Ohren, die so angebracht sind, daß ihre Klingen senkrecht über einander stehen: indem die Bohrlochsohle erreicht wird, stößt der eine der Meißel die Gesteinsecken ab, welche der vorige nicht angegriffen hatte. Wenn man auf diese Weise dieselben Stellen lange genug bearbeitet, so werden endlich alle Vorragungen des Gesteins beseitigt, und die Röhre kann bis mn niedergebracht werden.

Wenn ein Bohrloch von großem Durchmesser in ununterbrochenem und hartem Gestein ausgeführt wird, so geht man manchmal plötzlich zu einem weit kleineren Durchmesser über, um in kürzerer Zeit, als sonst, die Mächtigkeit einer Formation kennen zu lernen. Man muß in diesem Falle die Sohle des großen Bohrloches zu einem Trichter bilden, damit der kleinere Meißel in die Mitte desselben einsetze. Dieses geschieht, indem man den Schneiden des großen einfachen Meißels eine Neigung giebt. Es ist wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß man ohne diese Vorsicht ein mit dem ersten concentrisches Loch ausführe, indem die Bewegung des Schlagens und die gute Richtung des Bohrloches dem entgegen sind. Da übrigens die eben angegebene Operation keine Kosten, auch sonst keinen Aufenthalt verursacht, und da außerdem an der Stelle, wo der Meißelbohrer das kleine Loch anfangen will, ein etwas harter kieselerdehaltiger Punkt sich befinden kann, der eine Abweichung des kleinen Meißels veranlassen dürfte, so ist es zweckmäßig, diese Operation vorzunehmen, um die Möglichkeit zu beseitigen, daß der kleine Meißelbohrer eine üble Richtung nehme.

Nachdem das kleine Loch ausgeführt worden, handelt es sich darum, es bis zum ursprünglichen Durchmesser zu erweitern. Für diesen Zweck versieht man den zitzenförmigen Fortsatz des großen Meißels mit einer kleinen, an ihrer Basis geschlossenen Röhre, die 1 Centimeter Spielraum im

kleinen Loche behält und von seiner Mündung höchstens so hoch entfernt ist, als der Meißelbohrer zum Schlagen gehoben wird, d. h. daß bei jedem Schlage des Meißels der Rand der Röhre in gleiches Niveau mit der Mündung des kleinen Loches kommt. Bei dieser Vorrichtung fallen die Trümmern, welche von der Erweiterung herrühren, nicht auf die Sohle des Bohrloches hinab, und man braucht sie folglich nicht durch langwieriges Löffeln auszuräumen. Demungeachtet muß man mit dem Löffelbohrer mit Ventil alle acht oder zehn Tage bis auf die Bohrlochsohle hinabgehen, damit sich hier die Gesteinstrümmer nicht anhäufen, indem sie nur schwierig zu beseitigen sind. Wenn das kleine Loch nicht genau in der Achse des großen Loches angebracht wäre, so würde es bei der Erweiterung, wie leicht begreiflich, unmöglich sein, einen Meißelbohrer mit zitzenförmigem Fortsatze anzuwenden, wie ich eben angegeben habe. Man müßte sich dann eines gewöhnlichen Meißelbohrers bedienen und die Trümmer, welche vom Glattbohren herrühren, auf der Sohle des kleinen Loches sich anhäufen lassen, was einen großen Zeitverlust herbeiführen würde.

Horizontale Bohrlöcher.

Ein horizontales Bohrloch wird auf dieselbe Weise, wie ein gewöhnliches Bohrloch ausgeführt. Handelt es sich nur darum, drei oder vier Meter tief zu bohren, so legt man eine Bohrstange, an welcher ein Löffelbohrer befestigt ist, (siehe Fig. 4, Taf. 18) auf einen Bock **DBD** (siehe auch Fig. 4b) dergestalt, daß die Punkte **R, R,'R''** in einer horizontalen Linie liegen; die Arbeiter üben ihre Kraft an einem Drehhebel **ef** oder an zweien dergl., die kreuzförmig geordnet sind, aus und drücken zugleich auf den Bohrer, während sie ihn drehen. Ihre Arbeit ist also dieselbe, wie diejenige eines Zimmermannes, welcher ein horizontales Loch mit einem Bohrer in ein Stück Holz bohrt. Die Vorsicht, welche die Arbeiter anwenden müssen, besteht darin, **R, R', R''** wenig Länge zu geben und, wenn sie das Loch beginnen, den Bock ganz nahe an das Gebirge zu bringen, damit die Last des Bohrers kein geneigtes Bohrloch erzeuge. Soll das Bohrloch tiefer als 10 Meter eindringen, so ist es von Belang, zwei Böcke zur Leitung des Bohrers anzuwenden, und einen derselben dicht an die Oeffnung des Loches zu bringen und letzteres gut anzufangen. Wenn der Bohrer drei oder vier Meter tief in das Gebirge eingedrungen ist, so bringt es weiter keinen Nutzen, den ersten Bock dicht am Bohrloche zu lassen; man entfernt ihn von demselben um 2 Meter und bringt einen zweiten in einer weiteren Entfernung von 3 Meter an. Er dient dem Bohrer zur Unterstützung, wenn derselbe, nachdem er gefüllt ist, herausgezogen werden soll. Wenn die Oertlichkeit es erlaubt und das Bohrloch 40 oder 50 Meter tief gebohrt werden soll, so stellt man neue Blöcke hinter den ersteren auf und zwar in successiven Entfernungen von 7 bis 8 Metern; man fixirt sie im Boden mittelst Pfählen mit Köpfen oder belastet sie mit irgend einer Last. Die Böcke tragen eine kleine Walze, welche das Zurückziehen und das Einbringen des Bohrers erleichtert, ohne daß man dabei die einzelnen Stangen abzuschrauben braucht.

Statt einer Reihe von fünf oder sechs Walzen könnte man eine einzige anwenden, die auf Grundbalken (palplanches) beweglich ist. Abgesehen aber davon, daß dieses System weniger bequem, als das vorhergehende ist, ergiebt sich daraus auch ein Nachtheil, daß nämlich der Bohrer

in dem Maße, als der Unterstützungspunkt desselben sich von der Mündung des Bohrlochs entfernt, die Wandungen desselben angreift.

Die Fig. 5 stellt ein horizontales Bohrloch in fallendem Gestein dar, welches eine schlagende Bewegung erheischt.

Ganz nahe an dem Punkte, wo das Bohrloch angefangen werden soll, errichtet man einen Galgen ACLB, der fest im Boden sitzen muß, und zwar um den Betrag CB, auch wird derselbe durch zwei Widerlagen NO befestigt. Zwischen diesen beiden Widerlagen dreht sich unter der Bewegung des Bohrens eine Walze R; zwei Schwellen LM sind mit dem Galgen verbunden und erhalten einen Meißelbohrer jK, mit einer Unterlage versehen, in welcher eine runde Stange läuft, an welcher ein Bohrwirbel sitzt, dessen Ring ein Zapfenband mit langen Schenkeln ist, zwischen welchen sich eine kleine Rolle dreht. Der Kopf des Zapfenbandes ist mit einem drehbaren Haken versehen, in welchen man ein Seil hängt, welches sich auf einem gewöhnlichen Haspel wickelt und zwar in einem Abstande, welcher der Länge der Stangen gleich ist, im Fall man aus Mangel an Raum genöthigt sein sollte, sie successiv abzuschrauben, und welcher dem ganzen Bohrer gleich ist, wenn derselbe ganz aus dem Bohrloche gezogen und so wieder eingeführt werden kann.

Zwischen den horizontalen Schwellen LM befindet sich eine Rolle D' von sehr dauerhafter Achse; ein gewöhnliches Seil oder ein Drahtseil, was den Vorzug hat, ist in C befestigt, läuft über die kleine Rolle des Zapfenbandes des Bohrwirbels, sodann über die Rolle D' und trägt an seinem Ende ein Gewicht E, welches sich in einem für diesen Zweck angebrachten Schafte bewegt. Man ordnet die Punkte C und D' in der Weise, daß das Seil mit dem horizontalen Bohrer zwei gleiche Winkel bildet. Dieses ist in der Figur nicht angeben, und sollte sie ganz richtig sein, so müßten die Punkte C und D' in einer verticalen Linie liegen; und für diesen Zweck brauchte man bloß den Galgen zurückzuschieben, sowie er sich in der Figur befindet, und ihn an der Seite des Gebirges mit zwei Schwellen zu versehen, welche LM ähnlich sind, den Bock jK zu tragen hätten und an ihrem Ende die Rolle R in der angemessenen Höhe. Das Gewicht E zieht, wie man sieht, den Bohrer gegen das zu durchsinkende Gestein und in der Richtung der Achse des Systemes, so daß, wenn man mit Hülfe eines Haspels GF den Bohrer um eine gewisse Entfernung zurückzieht, und man plötzlich dieses Ziehen aufhören läßt, so schlägt der Bohrer gegen das Gestein in Folge der Geschwindigkeit, welche ihm das Gewicht E mittheilt.

Ich habe hier die Methode mittelst des Seiles zu schlagen angegeben, wie sie in einem früheren Capitel beschrieben ist. Es versteht sich von selbst, daß man auch ein anderes Verfahren anwenden kann. Da aber der Bohrer von dem Gestein viel weiter entfernt werden muß, als bei dem senkrechten Abbohren, so würde das Schlagen mit Hülfe des Rades mit Wellfüßen dem die Bewegung erzeugenden Gewichte E nicht die angemessene Fallhöhe geben; man könnte also hier keine andere Art des Schlagens in Anwendung bringen, als diejenige mittelst des Ausrückens oder des Seiles mit Reibung, wie die Figur angiebt.

Durch ein horizontales Bohrloch kann man eben so gut, als durch ein gewöhnliches Bohrloch, springende Quellen aufschließen, so oft das Bohrloch in Bezug auf die fallenden Gebirgsschichten so angebracht ist,

wie die Figur zeigt. Wenn außerdem einige dieser Schichten fließend oder so zerklüftet sein sollten, daß das Wasser darin circuliren kann, so wird man ihm zuverlässig an der Seite des Hügels einen Ausfluß verschaffen, sobald man nur die Beharrlichkeit besitzt, das Bohrloch weit genug in den Hügel zu treiben.

Da die Reibung des Bohrers an der inneren Wandung des Bohrlochs den Hauptwiderstand bildet, welcher sich der Wirkung des die Bewegung erzeugenden Gewichtes E entgegensetzt, so muß man eine Röhrensäule ziehen, um die erste Ursache des Verlustes im Nutzeffecte zu vermindern. Es giebt noch zwei Gründe, welche dieses Einziehen von Röhren gebieten. Der erste beruht darin, weil der Bohrer durch seine beständige Bewegung in einer und derselben Linie das Loch oval macht und endlich eine Art von Furche gräbt, in deren Unebenheit sich der Bohrer einzwängt, den man denn nur mit Mühe bis auf die Bohrsohle niederbringen kann. Eine Röhre hilft diesem Uebelstande noch ab. Der zweite Grund, welcher zum Einziehen einer Röhre nöthigt, ist die geradlinige Beschaffenheit des Bohrloches. Es liegt auf der Hand, daß in etwas milden Schichten die Bohrstangen von Natur geneigt sind, niederzusinken und eine krumme Linie zu erzeugen. Wollte man zu lange warten, um diesem Uebelstande abzuhelfen, so würde er bald der Fortsetzung der Bohrarbeit hinderlich werden.

Die erste oder unterste Stange, welche das Werkzeug trägt, muß lang und wenig biegsam sein; der Meißelbohrer, der Löffelbohrer und alle Bohrwerkzeuge müssen eine Stange haben, welche mit der darüber befindlichen von gleicher Dicke ist. Es ist einleuchtend, daß, wenn ein schweres Werkzeug an einer schwachen Stange sitzt, letztere sich unter dem Gewichte des Werkzeuges biegen wird, welches dann eine schiefe Richtung nimmt. Ganz anders verhält sich die Sache, wenn die ganze erste Stange lang und stark ist, denn wenn sie gleichschwer in allen ihren Punkten und gleichsam unbiegsam ist, so müßte eine dichte Schicht ohne alle Consistenz das Schiefwerden derselben begünstigen. In festem Gebirge wird also die Stange ihre horizontale Richtung, oder doch ziemlich dieselbe, behalten. Was das Seil oder das Drahtseil, die Achse der Rolle D und den Befestigungspunkt C anlangt, welche, wie wir gesagt haben, auf der Verticallinie liegen müßten, die aus dem Punkte D' errichtet wird, was ferner die verschiedenen Theile des Galgens anlangt, so kann man sich eine Vorstellung von der Festigkeit machen, welche sie haben müssen, wenn man berücksichtigt, daß das die Bewegung erzeugende Gewicht für 50 Meter Länge auf 500 oder 600 Kilogr. gebracht werden, und daß seine Fallhöhe, um eine merkliche Wirkung hervorzubringen, wenigstens 50 Centimeter betragen müsse.

Die Bohrstangen laufen in einem horizontalen Bohrloche weniger Gefahr, zu zerbrechen, als in einem verticalen Bohrloch, und wenn ein solches Mißgeschick sich eingestellt hat, so bessert man es mit Hülfe der schon früher beschriebenen Fangwerkzeuge wieder aus.

Das Abbohren in den Winkeln von Mauern.

Die kreisförmige Bewegung des Bohrers erheischt gewöhnlich eine Oertlichkeit von zwei Metern Durchmesser und für kleine Bohrlöcher mindestens von 0,^{m}60. Wird die Bohrarbeit so unternommen, daß das Bohr-

loch die Tangente einer Oberfläche oder eines Winkels bildet, so ist man genöthigt, um dem Bohrer die nöthige Bewegung zu geben, sich zweier Drehwirbel zu bedienen, von denen der eine den Bohrer gegen das Hinderniß gedrückt, hält, welches er besiegen soll, während ihn der andere an der gegenüberliegenden Seite ergreift, um ihn seinerseits wieder bis auf den Punkt zu führen, wo ihn der erste festhielt u. s. w. Bohrt man bloß durch Schlagen, so ist ein einziger leichter Drehhebel ausreichend, besonders wenn das Gebirge homogen ist und keine Veranlassung zu einem schiefen Gange des Bohrers giebt. Da die Bewegung dieses Drehhebels immer sehr unbequem ist, so gebe ich hier ein Werkzeug Fig. 6 an, welches seine Stelle vertreten kann und dessen Handhabung weit leichter ist.

Die Stange A, auf welche man gewöhnlich die Handhabe und den Drehhebel setzt, ist abgerundet, um eine Tülle von der Stärke B‴B⁗ aufzunehmen, die ein einziges Stück mit zwei Zapfenbändern DDDD, D′D′D′D′ und dem Hebel AC bildet; die Tülle sitzt auf einer Fläche A B′, die auf eine Strecke BB′ ausgekerbt ist; darunter befindet sich eine andere Platte AB von größerem Durchmesser als erstere; beide sind mit einander verbunden durch Bolzen oder Niete. Die untere Platte trägt eine Tülle von 0,m15 Höhe, mit deren Hülfe man die ausgekerbten Platten auf der abgerundeten Stange durch Schrauben feststellt, deren Spitzen in die kleinen Löcher der genannten Stange eintreten. Die große Platte mit Kerben nimmt einen Sperrkegel Jj′ auf, welcher in dem Zapfenbande DDDD durch den Bolzen ff befestigt ist. Ebenso verhält es sich mit der kleinen Platte und dem Sperrkegel Jj′. Unter jedem der Sperrkegel befindet sich ein kleiner Kolben mit Scharnier, welcher, wenn es nöthig ist, einen dieser Sperrkegel am Eingriff verhindert. Wenn man z. B. für den Zweck des Schlagens nach rechts dreht, so hebt man den Sperrkegel Jj′ empor, damit er sich nicht der entgegengesetzten Bewegung des Hebels AC widersetzt, wenn bei jedem Meißelschlag man das Ende j des Sperrkegels vor einem dritten oder vierten Zahn rückwärts zurückfallen läßt, um das Drehen des Bohrers fortsetzen. Macht es sich nöthig, nach links zu drehen, so hebt man den Sperrkegel Jj empor, und der andere bleibt dann allein thätig. Damit die Sperrkegel nicht die Verzahnung verlassen, so werden sie niedergedrückt durch eine Feder HG′ oder HG, was man vermeiden kann, sobald man den Sperrkegeln einige Schwere giebt.

Siebentes Capitel.

Vom Einziehen der Röhren.

Von den Isolirungs- und von den Steigröhren.

Die Isolirungsröhren haben den Zweck, die Verschüttung des Bohrloches durch Einstürze beweglicher Schichten oder anderer laufender und fließender Schichten zu verhindern. Sie müssen aus Blech erster Qualität gefertigt werden, d. h. aus einem weichen Blech, welches sich biegen und treiben läßt. Das spröde Blech führt schlimme Unglücksfälle herbei, die kostspielig und oft nicht wieder auszubessern sind. Eine einzige brüchige Blechtafel kann ein Bohrloch von hundert und zweihundert Metern verderben.

Die französischen Bleche vom **Imphy**, aus dem **Berry**, aus der **Franche-Comté** und aus **Framont** sind diejenigen, welche ich bis jetzt vorzugsweise angewendet habe.

Die Dicke des Bleches muß im Verhältnisse stehen zu den Durchmessern der Röhren.

Für die Röhren von 0,m50 Durchmesser muß das Blech eine Dicke von 0,m005; für diejenigen von 0,m30 bis 0,m40 Durchmesser nimmt man ein Blech von 0,m004 Dicke; und für solche endlich von 0,m15 bis 0,m30 Durchmesser ist schon ein Blech von 0,m003 Dicke ausreichend. Für Röhren, die unter 0,m15 Durchmesser haben, sind zwei bis zwei und einhalb Millimeter Blechstärke ausreichend.

Die anzuwendenden Blechtafeln müssen so viel wie möglich drei Meter Länge haben, um die Menge von Verbindungsbändern zu vermeiden, die außer der Unannehmlichkeit, das Gewicht und den Preis ohne Nutzen zu vermehren, auch noch den weit schlimmeren darbieten, die Reibung beim Niederlassen zu vervielfältigen, wenn die Bänder auswendig angebracht sind, oder die Reibung der Werkzeuge und Bohrstangen zu wiederholen, wenn die Bänder inwendig sind.

Die Röhren müssen kalt gebogen werden, welches auch übrigens ihre Dicke sein möge, denn dieses ist das einzige Mittel, zu erkennen, ob man spröde Tafeln hat; bei dieser Operation bekommt nämlich das spröde Blech Risse und muß sogleich verworfen werden.

Die Isolirungsröhren werden auf mehrerlei Weise verfertigt: die älteste und die noch gegenwärtig gebräuchlichste, besteht darin, das Blech 4 bis 5 Centimeter übergreifen zu lassen und es gut auf den Rändern zu schlagen, damit seine Dicke so gering als möglich werde. Diese Doppelung wird mit Nieten aus weichem Eisen von 1 Centimeter Durchmesser und in Abständen von 4 Centimeter vereinigt. Die Köpfe der Niete müssen inwendig und auswendig ganz flach sein. Ich bestehe dringend auf den

flachen Köpfen der Niete, denn wenn auf einer großen Länge die inneren Niete nicht vollständig abgeplattet sind und dicht auf dem Bleche sitzen, so können die Arbeitsstücke, welche täglich mehrmals angehoben werden oder niedersteigen, auf diese vorragenden Theile stoßen und endlich sie locker machen oder das Blech zerreißen; und daraus entsteht nun eine Wiederholung der Unglücksfälle, welche durch das Einziehen der Röhre beseitigt werden sollten.

Das flache äußere Vernieten ist nicht weniger wichtig. Ein erfahrener Bohrmeister vermindert so wenig als möglich jeder Zeit den Durchmesser seines Bohrloches. Deßhalb zieht man in einem Bohrloche von 0,m30 Durchmesser Röhren ein von 0,m28 Durchmesser im Dunkeln; es besteht also nur um die Röhren herum ein Spielraum von 1 Centimeter. Die Dicke des Bleches der Bänder und Niete gestatten dann nur bis zu 0,m26 Durchmesser zu arbeiten, und die Durchmesser der in einem Bohrloche successiv einzuziehenden Röhren nehmen also progressiv um 0,m04 bis 0,m05 ab. Wenn indessen die Röhren von dem Blecharbeiter gut gefertigt und durch nicht geschlossene Muffe verbunden sind; wenn außerdem der Bohrmeister sie in das Bohrloch einzieht und dabei nicht vergißt, das Bleiloth anzuwenden, so kann der Verlust am Durchmesser einer Röhre im Innern der folgenden nicht mehr als 0,m025 betragen. Zu Donchery wurde eine Röhre von 330 Meter Länge in 8 Tagen eingezogen und hat sich im Durchmesser nur von 0,m16 bis 0,m135 verengert. In tiefen Bohrlöchern, wo häufig harte und fließende Gebirgsarten abwechseln, werden manchmal bis zu sechs Röhren eingezogen.

Die zweite Art, Sicherheitsröhren einzuziehen, läßt sich zu gleicher Zeit auch auf die Steigröhren anwenden; sie ist neu, und wir verdanken sie Herrn Ledru (Taf. 1, Fig. 18). Seine Röhren aus galvanisirtem Blech sind nicht zusammengenietet, sondern haben eine Rippe, welche mit den beiden vereinigten Seiten des Bleches durch ein Stäbchen gebildet wird, welches einen Haken bildet; diese verschiedenen Blechstücke werden auf sich selbst zurückgeschlagen, alsdann gelöthet und bieten eine große Festigkeit und eine vollständige Undurchdringlichkeit dar. Die Naht kann nach Belieben auswendig oder inwendig angebracht werden; ich ziehe die auswendige Naht vor, damit sie nicht täglich mit den Arbeitsstücken in Berührung komme. Dergleichen Röhren wende ich nur zu Steigröhren an.

Eine dritte Art, die Röhren zu verfertigen, besteht darin, die Ränder in einander einzufalzen und sie dann zu löthen. Sie gewährt den Vortheil, geringere Dicke in Anspruch zu nehmen als das Stäbchen mit den Häkchen, jedoch erheischt dieses Verfahren große Sorgfalt.

Die Röhren, welche nach den oben angegebenen Verfahrungsarten gefertigt worden, werden in Längen von 6, 7 und 9 Metern in das Bohrloch eingezogen. Die Vereinigung der Blechstücke wird durch Bänder und Muffe bewerkstelligt, wie aus Taf. 6, Fig. 1, 2, 3 ersichtlich ist. Diese Bänder oder Reife, welche 0,m12 bis 0,m16 Höhe haben müssen, werden in den Röhren entweder inwendig oder auswendig angebracht. Diese Röhren müssen genau auf einander stehen, und die Bänder müssen zur Hälfte auf die eine, zur Hälfte auf die andere Röhre genietet sein. Es ist von Belang, daß die beiden Kreise von Nieten der Berührungslinie des Bleches, d. h. den Röhrenenden, so nahe wie möglich liegen. Wenn die Muffe

0,m20 bis 0,m25 statt 0,m12 bis 0,m16 Höhe haben, wie oben gesagt worden, so muß man sie durch Niete befestigen, welche über den Kreisen, von denen eben die Rede war, liegen. Die Taf. 7, Fig. 9 und 12 und die folgenden Erläuterungen zeigen, wie man beim Bohren im Augenblicke des Einhängens die verschiedenen Enden mit einander vereinigt, so daß sie nur eine einzige und ganze Röhre bilden.

Es sei fg Fig. 12 die Oeffnung des Bohrschachtes fghi, über welchem das Bohrgerüst steht. Man hängt ein erstes Röhrenende in das Bohrloch ein, indem man es durch ein einfaches Seil Fig. 12, Taf. 6 oder durch ein eisernes Halsband Fig. 13, Taf. 6 festhält. Sein eisernes Band Fig. 12, Taf. 7 wird, wenn es 0,m50 oder 0,m60 über die Bühne gelangt ist, mit Hülfe eines Halsbandes E mit Bolzen befestigt. Dasselbe ist Taf. 6, Fig. 7 im Großen dargestellt. Nachdem dieses geschehen, steigt der Bohrmeister auf die Bühne D′D, welche so tief wie möglich im Bohrschachte auf zwei festen Balken angebracht ist, und befestigt mit vier starken Spitzen die beiden Planken, welche das Halsband um die Röhre bilden; alsdann ruft er dem Arbeiter zu, welcher das Bleiloth hält, den Kopf B mit Hülfe des Halsbandes E an der Seite zu richten, wo sich das Bleiloth befindet, welches der Bohrmeister beobachtet. Nachdem die Röhre auf diese Weise in eine erste ganz verticale Ebene gebracht worden ist, so hebt der Arbeiter, welcher sich auf der Bühne LM befindet, das Bleiloth und läßt es durch die Oeffnung P des Halsbandes in einer Richtung hinabfallen, welche mit der ersten perpendiculär ist. Spielt nun das Bleiloth genau in die Richtung dieser Röhre ein, so nimmt man es zum zweiten Mal, um die zuerst erlangte Verticalität damit zu prüfen. Hierauf ruft der Bohrmeister dem oberen Arbeiter zu, das Halsband so zu lassen, wie es ist, und es seitlich durch vier zuvor hergerichtete Tragklötzchen fest zu stellen. Nachdem die untere Röhre auf diese Weise mit dem Bleiloth ihre Richtung erhalten hat, so wird das folgende Ende AB aufgesetzt, welches man ebenso mit Hülfe einer dritten Bühne D″D‴, die im Bohrgerüste angebracht ist, behandelt. Man befestigt auf dieselbe Weise durch vier Spitzen die beiden beweglichen Planken, welche das Halsband um die Röhre herum bilden; alsdann schreitet man zum Nieten. Wenn man diese Vorsichtsmaßregeln nicht ganz genau in Anwendung bringt, so läuft man Gefahr, die Röhrenenden so zu verbinden, wie aus Fig. 13, Taf. 7 ersichtlich ist.

Die Niete sind aus weichem Eisen mit flachem Kopf (Taf. 7, Fig. 11). Es wird einer nach dem andern der zu verbindenden Stelle gegenüber in der Röhre niedergelassen, mit einem Häkchen aus Eisendraht ef Fig. 2, Taf. 6 herbeigezogen und successiv mittelst der Werkzeuge vernietet, von denen sogleich näher die Rede sein wird. Wenn das Nietwerkzeug es nicht gestattet, die Niete mit Bindfaden in die Röhre hinabzulassen, so befestigt man sie sämmtlich am unteren Ende des festen Theiles des Werkzeuges (siehe Taf. 17, Fig. 8); alsdann zieht man mit dem Häkchen aus Eisendraht einen nach dem andern heran, um sie dem Werkzeuge darzubieten, oder man ergreift sie sämmtlich, indem man sie an den Fadenenden hält, die ihnen verbleiben; hierauf bietet man sie successiv dem Nietwerkzeuge dar.

Dieses Nietwerkzeug kann verschiedene Formen haben. Ein einfacher Meißel, Fig. 6, Taf. 17, erfüllt schon den Zweck, wenn es keiner großen

Genauigkeit bedarf; das Muttergewinde einer Bohrstange, angedrückt durch einen eisernen Keil, kann auch als Nietstempel dienen; besser aber ist noch ein eiserner Kegel Fig. 8, Taf. 17, mit einem halbflachen Theile, auf welchem das Stück den Keil bildet (Fig. 7, Taf. 17). Die Stange des Kegels und des Keiles sind um einige Decimeter länger als die Röhre, in welcher sie angewendet werden.

Mit dem Kegel können alle Löcher verschlossen werden, bevor man noch zum Nieten schreitet, nur ist damit die Unannehmlichkeit verbunden, daß man das Werkzeug nicht gut orientiren kann.

Statt eines Kegels und einer Palette aus Eisen bedient man sich auch eines Halbkegels, d. h. eines abgeschnittenen hölzernen, mit Eisen beschlagenen Kegels, der schräg zu seiner Achse durchschnitten ist; auf diesem Abschnitt schiebt sich ein anderer Theil des abgestutzten Kegels, welcher die convexe Oberfläche des ersteren gegen die Niete preßt. Die Stangen dieser beiden Stücke können aus Holz sein und von fünf, bis sechs Centimeter Dicke, wenn der Durchmesser der Röhre es gestattet.

Dasjenige Werkzeug, welches mir für die Operation, von welcher hier die Rede ist, das zweckmäßigste zu sein scheint, ist in Fig. 9, Taf. 7 dargestellt. Es besteht aus zwei eisernen Stangen, von denen die eine **ABC** mit einer abgestutzten Pyramide endigt, mit einem ausladenden kreisförmigen Stück **lm**, einem Kopfe **A**, welcher es im Bohrwirbel erhält, und außerdem mit einem Stücke versehen ist, welches mit Bolzen befestigt worden, und welches man beliebig heben oder herablassen kann, indem es dazu dient, den Hebel **PQ** um den Punkt **P** spielen zu lassen. Die zweite Stange endigt mit einer Palette **f**, an welche man zwei Seitenrippen gebracht hat, welche in den Falzen **ijk** der beiden Ohren **G** gleiten. Man sieht, daß die Palette, indem sie auf der geneigten Seite des ersten Stückes hinabsteigt, von **f** nach **lm** einen Durchmesser oder eine Linie annimmt, die immer größer wird, und daß endlich ein Augenblick kommt, wo der Punkt **f**, der verticale Theil der Palette, indem er die Krümmung der Röhre annimmt, den Kopf des Nietes drückt, wie dünn derselbe auch sei. Man giebt einige leichte Hammerschläge auf den Kopf der Stange der Palette in **D**, alsdann schneidet man den Niet Fig. 11, Taf. 7 mit der Feile oder der Säge so weit ab, daß man nicht nöthig hat, den unnützen Theil mit dem Hammer abzuschlagen, was den inneren Kopf in seinem Anhaften stören würde; alsdann nietet man.

Ist das Nieten vollendet, so läßt man die Stange **ABC** an ihrer Stelle und hebt die Palette **f** mit Hülfe des Hebels **PQ**, welcher von unten nach oben unter dem Stücke **RS** wirkt. Da die Löcher des eisernen Bandes oben an der Röhre vertical denen des unteren Bandes entsprechen, so braucht man bloß das Stück **ABC** mit Hülfe des Hebels bis zu einem neuen Loche zu drehen, und die Palette befindet sich unten einem neuen Niete gegenüber. Man braucht übrigens nicht zuerst alle Nietlöcher zu verschließen, ja es ist sogar besser, dieses successiv zu thun, weil durch die benachbarten Löcher man die gute Lage der Palette sichert.

Wenn der Schluß der zu vernietenden Röhre locker ist, so muß man die Vorsicht anwenden, die beiden ersten Niete einander gegenüber anzubringen, dann zwei andere auf einer perpendiculären Linie mit der ersten, um nicht die Verticalität der beiden zu verbindenden Enden zu stören. Das Nietwerkzeug, welches wir soeben beschrieben haben, gewährt vor

einem hölzernen den Vorzug, sich dem Hammerschlag eben so fest zu widersetzen, als der massive Nietstempel eines Kesselmachers.

Wenn man beim Blecharbeiter eine Sicherheitsröhre bestellt, so muß man ihm sehr genau den Durchmesser im Lichten und im Dunkeln angeben. Um den ersteren zu prüfen, verlangt man durch die ganze Länge der Röhre von einem Ende derselben bis zum andern, den Durchgang einer Scheibe, die an einer Stange befestigt ist; und um den zweiten zu prüfen, bedient man sich eines Ringes, durch welchen auch die ganze Röhre durchgehen muß.

Die Geradlinigkeit der Röhre darf nicht mit einem Dickzirkel gemessen werden, sondern durch den Raum, den zwei Lineale **AB**, **CD** Fig. 11, Taf. 15 zwischen sich lassen. Diese Art der Untersuchung ist die einzig rationelle für Röhren, bei denen Genauigkeit verlangt wird, auch ist sie überall leicht in Anwendung zu bringen.

Wenn ein Ingenieur zum Einziehen einer genau arbeitenden Röhre von einem entfernten Orte eine Sicherheitsröhre zugesendet erhält, so muß er die geradlinige Beschaffenheit derselben auf die eben angegebene Weise untersuchen; wenn einige Nietnägelköpfe zu dick sind und allein verhindern, daß die Röhre **efG** zwischen die Lineale gelegt werden kann, so kann er die Köpfe bis beinahe ans Blech abfeilen; rührt dagegen der Fehler des äußeren Kalibers von der Krümmung des einen der Enden ab, welche die Länge **efG** bilden, so kann er dem Uebel selbst abhelfen, indem er das gekrümmte Ende erwärmt und es über einem eingesteckten Dorn oder mittelst eines Nietstempels gerade richtet. Wenn der Durchmesser der Röhre klein ist, so läßt sich dieses Richten auf dieselbe Weise, wie bei einer eisernen Stange bewirken, indem man nämlich den hervortretendsten Theil der Krümmung anwärmt und auf die beiden Enden drückt; man muß nur daran denken, den convexen Theil erkalten zu lassen, um den concaven Theil in die gerade Linie zu bringen.

Wenn der Bohrmeister mehrere kleine Röhrenenden ins Bohrloch einzuhängen hat, so kann er, um sein Geschäft zu beschleunigen, außerhalb der Bohrhütte eine Richtbank aufstellen, aus vier Stücken Holz **A A′ A″ A‴** Fig. 10, Taf. 15 bestehend, und in derselben horizontalen Ebene liegend, auch so ausgeschnitten, daß sie den halben Umfang der Röhre aufnehmen, oder mit hervorragenden Pflöcken versehen, welche denselben Zweck erreichen. Hat er mehrere kleine, so an einander gefügte und in gerader Linie auf der Richtbank liegende Röhrenstücke, so schreitet er zum Nieten mittelst seines doppelten, bereits oben beschriebenen Nietstempels.

Wenn der Blecharbeiter des Ortes keinen Nietstempel von hinlänglicher Dicke und Länge zur Verfertigung einiger Röhrenstücke besitzt, so kann er sich eines Holzstückes aus gutem Eichenholze bedienen, welches an dem einen Ende abgerundet und eingefalzt ist, dagegen am andern mit einer Platte aus starkem Blech oder vielmehr mit einem kleinen **T** versehen, welches zur Hälfte im Holze versenkt ist. Dieser Nietstempel eignet sich sehr gut für Röhren von 0,^{m}14 Durchmesser. Für Röhren von schwächerem Durchmesser kann man mit geringen Kosten einen festeren Nietstempel als den ersteren herstellen, indem man einen Eisenstreifen von 2 Centimeter Dicke und der Weite, welche die Röhre verlangt, zwischen zwei abgerundeten hölzernen Backen befestigt.

Es kann der Fall eintreten, daß man eine Röhre vergrößern muß,

wenn es etwa in der Gegend keinen Arbeiter giebt, der eine neue zu fertigen im Stande ist. Dieses läßt sich leicht bewerkstelligen, indem man die Naht der kleinen Röhre öffnet, um den gewünschten größern Durchmesser zu erlangen, und die daraus entstehende Oeffnung mit Blechstreifen verschließt, die vorher nach der verlangten Krümmung gebogen und in der Längenrichtung abgeschärft worden sind. Die Niete sind auf jeder Seite des Streifens 0,m10 von einander entfernt und so angebracht, daß diese Entfernung in Summe nur 0,m05 beträgt.

Wenn man eine Röhre mehrmals in Bohrlöcher eingezogen hat, so werden die Nietlöcher zu groß, und wenn die Enden nicht dicht an einander geschoben werden, so decken die Nietlöcher einander nicht mehr, und man muß sie alsdann ausvieren. Statt sie ungemessen zu vergrößern, ist es für die Festigkeit der wiederherzustellenden Verbindungen dringend nöthig, jeden männlichen Theil abzuschneiden, ihn dem weiblichen Theile darzubieten, um die Punkte für die Niete mit einer metallenen Spitze zu bezeichnen, um dann neue Löcher mit der Brustleier einzubohren. Man hat darauf zu sehen, diese Löcher immer etwas kleiner, als die Nietbolzen einzurichten. Das Bohren dieser neuen Löcher mittelst der Brustleier ist besser, als das Einschlagen derselben ins Blech mittelst des Durchschlages oder eines viereckigen Locheisens, weil, wenn das Blech spröde ist, diese beiden letzteren Werkzeuge ein Zerreißen des Bleches bewirken.

Der Bohrmeister kann auch mittelst seines doppelten Nietstempels die Beschläge selbst anlegen, wenn er einige finden sollte, deren Löcher mit denen des männlichen Theiles sich nicht vollständig decken, oder wenn sie durch die Schläge des Rammklotzes zu Grunde gerichtet sein sollten; welchen letzteren Uebelstand man indessen mit Sorgfalt und einiger Vorsicht immer vermeiden kann.

Verfertigung der Blechröhren.

Die einfachste aber zugleich auch die unvollkommenste Maschine zum Biegen oder Wölben der Blechtafeln nach einem gegebenen Durchmesser besteht in einem einzigen Cylinder, auf welchem man das Blech befestigt, und den man mittelst eines Hebels in Umdrehung versetzt. Das Blech ist auf diese Weise genöthigt, zwischen dem Cylinder und einer mit demselben parallelen Linie, die in einem gewissen Abstande befestigt ist, welcher, je nach der verlangten Krümmung verschieden ist, durchzugehen. Da diese Krümmung nie genau ist, so wendet man noch den Hammer an und vollendet die aus dem Groben gebildete Röhre auf einem Dorn, der an einem seiner Enden eingefalzt ist.

Maschine zum Wölben der Blechtafeln.

Ueber zwei Cylindern von gleichen Halbmessern **qr** und **ob** liegt ein dritter **ft**, Fig. 3, Taf. 8. Sie bewegen sich in ihren Lagern, wie man deutlich aus Fig. 4 ersieht, und können von einander entfernt oder einander genähert werden. Das System des Zahneingriffes mit doppeltem Vorgelege Fig. **e** setzt die Cylinder **qr** und **ft** in Bewegung; es bleibt zwischen ihnen, wie auch zwischen **ft** und **ob** ein Raum übrig, welcher der Dicke des Bleches gleich ist, weniger einer geringen Quantität. Wenn die Blechtafel zwischen die beiden ersten Cylinder eingeführt, zum dritten gelangt, so bewegt sich dieser ebenfalls und nöthigt die Blechtafel, sich genau

um den Cylinder **ft** herumzulegen. Wenn dieser letztere 0,m20 Durchmesser hat, so wird die eben beschriebene Operation eine Röhre von demselben Durchmesser gebildet haben. Um aber dieses Resultat auf dieselbe Weise für verschiedene Dimensionen zu erlangen, müßte man eben so vielmals den kleinen Cylinder **ft** verändern oder austauschen. Dieses ist nun ein Uebelstand, dem man auf folgende Weise abhilft: man stellt den Cylinder links **ob** um eine gewisse Quantität zurück, während man denjenigen rechts in den früheren Verhältnissen mit dem kleinen Cylinder läßt. Bei dieser Lage der drei Cylinder läuft die Blechtafel, statt sich genau auf den Cylinder **ft** zu legen, über demselben hinweg, nach einer mehr oder weniger größeren Peripherie als der seinigen, die ihn nur in **z** Fig. 3 und 4 berührt. Man erhält auf diese Weise eine genaue Röhre und von gegebener Dimension, nachdem man einige Versuche in Betreff der näheren oder weiteren Stellung des Cylinders **ob** gemacht hat.

Ein vierter Cylinder **AB** Fig. 3, der sich in demselben Lager mit dem Cylinder **ft** bewegt, drückt auf letzteren, um die Biegung desselben zu verhindern. Diesen Zusatz war ich genöthigt, zu machen für das Wölben von Röhren von 3,m50 Länge, bloß von 0,m08 Durchmesser und 0,m004 Dicke, wie ich sie zu Bohrröhren nöthig hatte. Ohne den Schutz des oberen Cylinders würde der zwischen liegende Cylinder sich gekrümmt haben und zerbrochen sein. Dieser allein besteht aus Schmiedeeisen; die drei andern sind hohl, aus Gußeisen und werden von eisernen Achsen durchsetzt, die sich in bronzenen Lagern bewegen. Die sämmtlichen Cylinder sind in einem gußeisernen oder hölzernen Gestelle angebracht. Man bemerkt auch noch kleine Frictionsrädchen **B′, B″** Fig, 3 und **B** Fig. 1; sie widersetzen sich der Biegung der Seitencylinder.

Statt eines Vorgeleges oder eines Zahneingriffes, um die Bewegung den Cylindern mitzutheilen, kann man letztere mit Löchern versehen, in welche Hebel gesteckt werden; aber es ist mit dieser Vereinfachung keine Ersparniß verbunden, indem man an die Hebel mehrere Arbeiter stellen muß, während ein einziger Arbeiter an der Kurbel des Vorgeleges leicht bewirkt, daß sich eine dicke Blechtafel cylindrisch biegt.

Die so zusammengerollten Blechtafeln werden vorher sowohl in der Längenrichtung als in der Kreisrichtung gelocht, um die Niete der Naht und der Muffe aufzunehmen, so daß alle Röhrenstücke, wie man sie zufällig ergreift, genau passen müssen.

Sicherheitsröhren aus Holz.

Die ersten hölzernen Sicherheitsröhren, deren in Garnier's Werk gedacht ist, bestanden aus viereckigen Kästen aus Eichenholz. Ich habe auch dergleichen hölzerne Kästen zur Unterstützung der ersten beweglichen Gebirgsschichten, wie z. B. Kies u. s. w. angewendet; aber ich gab ihnen die sechseckige Form. Ich stattete sie, wie es auch bei den ersteren der Fall war, mit einem sechseckigen eisernen Schuh **ADCDEfGH** Taf. 6, Fig. 5 aus, welcher auf der Mitte jeder Fläche des Prismas festgenietet war. Diese Kästen, denen ich einen Durchmesser von 50 bis 60 Centimeter gab, wurden mittelst des Rammklotzes, welcher auf einen Kopf **Z** schlug, gewaltsam eingetrieben.

Ich habe die Anwendung dieser Kästen jetzt fast gänzlich aufgegeben, weil das Niederbringen derselben mehr Zeit in Anspruch nimmt, als das-

jenige einer einfachen eisernen Röhre und weil der Durchmesser der Werkzeuge, welche man in denselben hinabbringen kann, im Verhältniß zu dem Kreise, den die Basis des Sechseckes beschreibt, zu klein ist. Die Wanddicke, welche man außerdem dem Holze geben muß, damit es die Schläge des Rammklotzes auszuhalten vermag, erschwert auch noch das Einziehen solcher Röhren.

Die hölzernen Röhren, welche zu Steigröhren angewendet werden, dienen auch als Sicherheitsröhren. Die Fig. 4, Taf 6 stellt zwei Portionen dieser zusammengefügten Röhren dar, die zum Schutz und zur Sicherung des durchsunkenen Gebirges dienen. Sie müssen aus festem Holz, Eichen- oder Ulmenholz gefertigt sein und werden wie eine Dose mit dem Falz ineinander geschoben; die eindringenden Theile haben 15 bis 20 Centimeter Höhe und ihre Verbindungslinie wird bedeckt von einem Blechbande von 3 Millimeter Dicke und 8 oder 10 Centimeter Höhe, welches mit Holzschrauben befestigt wird. Dieses Beschläge soll nur das Reißen des Holzes verhindern, ferner auch noch verhindern, daß die obern Stücke einer langen Röhre vom Wasser emporgehoben werden können, sobald sie mit dem Gebirge nicht mehr in Berührung stehen. Diese Röhrenenden sind an ihrer Basis eben so ausgestattet, wie die weiter oben beschriebenen Kästen, nämlich mit einem eisernen Schuh, welcher das Eindringen in die Schichten erleichtert, die abgeschnitten werden sollen, und welcher zugleich verhindert, daß die Röhren unter den Schlägen des Rammklotzes nicht zu Grunde gerichtet werden. Da das Volumen der hölzernen Röhren viel leichter ist, als ein gleiches Wasservolumen, so werden sie, wenn sie eine lange Röhre bilden, bald von unten nach oben gehoben. Man beseitigt diesen Uebelstand mit Hülfe einiger Bohrstangen, durch welche sie zum Hinabsteigen genöthigt werden.

Wenn die hölzerne Röhre auf der Sohle des Bohrloches angelangt ist, so muß man, wenn der obere Theil im Bohrloche frei ist, die Röhre auf der Bohrbühne mit einem Halsbande befestigen, auf welches man Balken legt. Ohne diese Vorsichtsmaßregel würden die Bewegungen des Bohrers die einzelnen Theile der Röhre trennen, wodurch zwischen dem freien, durchs Wasser emporgehobenen Theile und dem unteren, an der Bohrsohle zurückgehaltenen, ein leerer Raum entstehen würde, in welchen dann die Trümmern sich stürzen könnten.

Man darf die hölzernen Röhren nicht mittelst Drehung einzuziehen versuchen, denn sonst läuft man Gefahr, ihre verbundenen Theile wieder zu trennen. Um sie emporzuheben, wenn sie ein Wenig zu fest im Bohrloche sitzen, muß man sie an der Basis mit einem Haken oder mittelst eines Glückshakens mit Scharnier ergreifen; um sie niederzubringen, wendet man den Rammklotz an oder sonst einen starken Druck.

Verfertigung der hölzernen Röhren.

Das Bohren der Röhren ist allgemein bekannt: es besteht in der Anwendung mehrerer Bohrer, deren Durchmesser man durch Auffütterung am Rücken des hohlmeißelartigen Bohrers successiv erweitert.

Ein anderes Mittel, und zwar das bessere, besteht darin, die beiden Enden des Holzstückes abzudrehen, sodann diese beiden Theile in Hülfsdocken zu spannen und eine fest eingesetzte Bohrspitze in der Richtung der Achse des Holzstückes eindringen zu lassen; indem man entweder der Bohr-

spitze oder dem Stücke selbst, die zum Bohren erforderliche rotirende Bewegung ertheilt. Es ist immer wohlgethan, besonders bei Röhren von kleinem Durchmesser und geringer Wandstärke, ein schwaches Vorloch zu bohren, damit, wenn Aeste im Holze die Bohrspitze veranlassen, eine etwas schiefe Richtung zu nehmen, diesem Fehler durch die nachfolgenden Bohrspitzen abgeholfen werden könne.

Das Bohren muß immer vorgenommen werden, ehe die vollkommene Rundung der Röhre hergestellt wird; die geradlinige Beschaffenheit derselben wird gemessen und untersucht mittelst des Verfahrens, welches wir für die eisernen Röhren beschrieben haben.

Vollständig mit Wasser bedeckte hölzerne Röhren halten sich unbeschränkt lange Zeit, auch sind es die besten Steigröhren. In einem feuchten Boden verfaulen sie bald. Will man sie in einem kalten Keller aufbewahren, so muß man Sorge tragen, sie vom Boden oder den Mauern zu isoliren. An einem etwas trockenen Orte erhalten sie sich auch sehr lange Zeit, aber dann muß man sie mit eisernen Bändern versehen.

Ineinanderfügung der Röhren.

Die Fig. 14, Taf. 7 giebt ein geeignetes Werkzeug zur Herstellung zusammengesetzter Röhren. Es besteht aus einem hölzernen Schaft, dessen unterer cylindrischer Theil einen etwas geringeren Durchmesser als das Loch der Röhre besitzt. Ueber demselben befindet sich ein stärkerer beschlagener Theil, an welchem in einem Falze ein stählernes Messer befestigt ist, welches sich am unteren Theile **AB** um eine Quantität **CD** fortsetzt, die gleich ist der Tiefe des weiblichen Röhrentheiles. **CD** stellt die Schneide eines Messers dar, dessen unterer Theil **f** mit einer Art von Bohrspitze versehen ist. Der Schaft endigt mit einem prismatischen Theile **Kl**, der einen hölzernen Drehhebel Fig. 15 aufnehmen soll, und mit einem Zapfenbande versehen ist, in dessen Ring ein Seil befestigt und über eine kleine Rolle geleitet wird, um damit den Schaft zu heben oder niederzulassen.

Das Werkzeug, welches den männlichen Theil fertigt, ist dem letzteren ähnlich, außer daß das Messer, statt an dem Theile **AB** zu sitzen, von demselben um die Holzstärke des weiblichen Theiles entfernt ist. Man bringt die Messer in den beiden Fällen dergestalt an, daß die Ineinanderfügung etwas konisch wird und noch fester ineinander getrieben werden kann. So sind die beschlagenen und im Wasser aufgequollenen Röhren hermetisch verschlossen.

Das von mir im 14. Bande der Annales des Mines beschriebene Verfahren war lange Zeit das gebräuchlichste und wird noch jetzt bei Bohrlöchern angewendet, die nicht über 50 Meter Tiefe haben, oder für die erste Röhre eines tieferen Bohrloches, die als Bohrtäucher in einem tiefen Bohrschachte oder als Sicherheitsröhre in leicht zu durchsinkendem Gebirge eingezogen wird. Ich will dieses Verfahren hier ebenfalls mittheilen, weil das Nietwerkzeug, dessen Anwendung ich sodann erläutern will, nur großen vollständigen Bohrapparaten beigegeben zu werden pflegt.

Man zieht zuerst ein Röhrenstück ins Bohrloch, indem man es oben mittelst eines eisernes Halsbandes mit Henkeln (Fig. 13, Taf. 6) oder mittelst einer einfachen Seilschlinge (Fig. 12) festhält. Man befestigt es auf der Bohrbühne dergestalt, daß das Beschläge **b** von der Bohrbühne

noch um den Betrag ba (Fig. 2, Taf. 6) oder etwa 1 Meter entfernt ist. Hat man diese erste Röhre so gemessen, eingezogen und befestigt, so bietet man dem Beschläge oder dem eisernen Reif eine zweite dar. Passen die Verbindungslöcher gut auf einander, oder hat man sie, wenn dieses von vorn herein nicht der Fall war, mit der Reibahle ausgerieben, so geht man zum Einsetzen der Schraubenbolzen über, von denen einer in Fig. 10, Taf. 7 abgebildet ist. Man befestigt den kleinen Bolzen, von welchem man die Schraubenmutter abgenommen hat, an einem Bindfaden mittelst seines Endhäkchens und bringt ihn in die zu verbindende Röhre, und zwar so, daß er die Nietlöcher um 40 bis 50 Centimeter überschreitet, mittelst eines eisernen Drahtes ef Fig. 2, Taf. 6, der in e umgebogen ist, und den man in das zu verbolzende Loch schiebt. Man ergreift alsdann mit dem Drahthäkchen den Bindfaden, an welchem der Bolzen befestigt ist, und wenn man ihn aus der Röhre herausgezogen hat, so schneidet man den Bindfaden ab. Der oben befindliche Arbeiter zieht den Bindfaden zurück, und derjenige, welcher mit dem Nieten beschäftigt ist, zieht den kleinen Bolzen mit Hülfe des Bindfädchens, welches ihn trägt, durchs Nietloch, setzt die Mutterschraube auf und schneidet mit der Feile oder Eisensäge die überflüssigen Schraubengewinde ab, worauf er zum nächsten Loche übergeht.

Steigröhren.

Die Steigröhren haben die Bestimmung, die aufgefundenen steigenden Quellen auf der Sohle eines Bohrloches aufzunehmen und sie zu Tage zu fördern; sie müssen vollkommen luftdicht, verlöthet oder an den Verbindungsstellen so verschraubt sein, daß, wie stark auch der Druck sei, den das Wasser auf ihre Wandungen ausüben kann, doch nichts davon nach außen zu dringen vermag, denn sonst würde man weder die Quantität Wasser, noch die ganze Steigröhre erlangen, welche der aufgeschlossene Wasserbehälter zu gewähren vermag. Die Steigröhren sind gewöhnlich aus Kupfer oder aus galvanisirtem Eisen oder aus Gußeisen mit abgedrehter Ineinanderfügung, und endlich aus Eichenholz oder aus Erlenholz. Ihre Formen und Verbindungsarten sind weiter unten beschrieben und auf Tafel 17 und Tafel 6 durch Figuren erläutert.

Die als Sicherheitsröhren angewandten hölzernen Röhren werden auch als Steigröhren benutzt; sie erfahren im Bohrloche keine Veränderung; der obere Theil, wenn er mit der Luft in Berührung steht, kann allein schadhaft werden. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, läßt man die hölzerne Röhre am Ende mit einer kupfernen von zwei oder drei Meter Länge und mit einer Calotte aus demselben Metall oder aus Blei versehen, verbinden. In letztere wird nun der Kopf der für diesen Zweck vorbereiteten hölzernen Röhre genau eingesetzt. Je größere Höhe man der Calotte giebt, desto genauer wird die Verbindung. Ist diese Höhe beschränkt und kann z. B. nur 1 Decimeter hoch sein, so wendet man am besten Blei an, welches man mit Hammerschlägen auf dem Holze, wie unregelmäßig dasselbe auch sein möge, genau abformt. Den hölzernen Steigröhren giebt man an ihrer Basis einen abgestutzten Kegel, mit einem eisernen Schuh bewaffnet, oder bloß mit einem eisernen Beschläge (Taf. 17, Fig. 11, 12 und 13). In dieser letzteren Figur ist ein einziges Ende ab aus Holz und aufgesetzt mit einer metallenen Röhre ba; in der Fig.

14 ist es ebenso, außer, daß die eiserne Röhre, statt über einer hölzernen Röhre angebracht zu sein, letztere durchsetzt und unter der Basis derselben um den Betrag cb' hervortritt. Die metallenen Röhren haben manchmal unten auch einen konischen Schuh XX Fig. 15, dem man viel Höhe giebt, wenn der Durchmesser des Bohrloches und die Beschaffenheit des Gebirges, in welches er, gleich einem eingeschliffenen Stöpfel, eingedreht werden soll, es gestatten. In andern Fällen sind die Steigröhren mit keiner hervorspringenden cylindrischen oder konischen Oberfläche an ihrer Basis versehen; auch dieses ist von den Gebirgsschichten abhängig, in welche sie eingezogen werden sollen.

Wenn die Steigröhren am nöthigen Punkte angelangt sind, um alles aufgeschlossene Wasser aufzunehmen, so macht man mit römischem Cäment, mit Feilspänen von Gußeisen und mit Sand einen sehr dünnflüssigen Mörtel, den man um die Steigröhre herumgießt, so daß er alle sich vorfindenden leeren Räume ausfüllt. Es ist ein seltener Fall, daß das Ausgießen mit Mörtel, wenn es gut bewerkstelligt wird, nicht eine Zunahme des Wassers und auch ein größeres Steigen bewirken sollte. Ein Drittel römischer Cäment und zwei Drittel Sand und Feilspäne von Gußeisen geben einen guten Mörtel. Da der Mörtel sehr rasch gesteht, so darf man ihn nur in dem Augenblicke bereiten, wo man ihn ins Bohrloch gießt. Er muß sehr flüssig sein, um in den engen Räumen, die er zu durchdringen hat, keine Wülste zu bilden.

Man bedient sich auch, um das Ausgießen zu erleichtern, eines langen ruthenartigen Eisenstabes. Diese Operation, womit die Arbeiten vollendet sind, will mit großer Sorgfalt und ohne eine Unterbrechung während der Tag- und Nachtschichten ausgeführt sein.

Der Raum, den man im Bohrloche für das Steigrohr läßt, muß in der ganzen Höhe, soweit der Mörtelmantel, mit welchem man die Röhre umgiebt, reichen soll, so groß wie möglich sein. Beträgt dieser ringförmige Raum z. B. nur 1 — 2 Centimeter, und sollten anderntheils nicht alle Röhrenstücke vertical aufgesetzt sein, sondern sich hier und da in Berührung mit den Wänden des Bohrloches befinden, so geht daraus hervor, daß der Mörtel an mehreren Stellen Hemmungen findet und den fraglichen Raum nicht ausfüllt. Dagegen giebt ein Ausgießen mit Mörtel bei reichlichem Raume um die Röhre im Bohrloche herum immer ein treffliches Resultat.

Wenn man diese Operation in einer Gegend vornehmen will, wo es keinen römischen Cäment giebt, so kann man statt dessen hydraulischen Kalk anwenden, aber in diesem Falle nimmt man davon die Hälfte, statt daß man vom römischen Cäment nur ein Drittel anzuwenden brauchte. Am kräftigsten ist der hydraulische Kalk, wenn er frisch bereitet worden; hat er dagegen schon eine Zeit lang im Magazine gelegen, so giebt man ihm seine Bindekraft vor seiner Anwendung auf die Weise wieder, daß man ihn erst auf einer Blechtafel erwärmt.

Von den Operationen beim Einziehen der Sicherheits- und der Steigröhren.

Das Einziehen der Röhren ist beim Abbohren eine der wichtigsten und zu gleicher Zeit der schwierigsten Operationen; es nimmt alle Sorgfalt und Erfahrung des Bohrmeisters in Anspruch. Wenn viele Bohr-

löcher verlassen oder aufgegeben worden sind, so geschah es, weil, nachdem man sie mit einem zu kleinen Durchmesser begonnen hatte, die Unmöglichkeit sich zeigte, die laufenden Schichten in großer Tiefe mit Röhren auszusetzen; indem die Bohrlöcher schon mehrere Röhren aufgenommen hatten, welche den endlichen Durchmesser bloß auf einige Centimeter reducirten. Will man auf eine unbestimmte Tiefe eine Formation erforschen, von welcher man nur das geologische Stockwerk kennt, nicht aber die Mächtigkeit der Schichten und ebenso wenig ihre Beschaffenheit; so ist es unerläßlich, das Bohrloch mit einem großen Durchmesser zu beginnen, den man immer verkleinern kann, sobald man auf eine Formation gestoßen ist, deren sämmtliche Schichten sich tragen und folglich keine Sicherheitsröhren bedürfen.

Das Bohren in einem großen Durchmesser geht allerdings langsamer von Statten, als bei kleineren Durchmessern; aber Unglücksfällen ist bei ersteren leichter abzuhelfen, und nur bei diesen großen Durchmessern bleibt das unbegrenzte Abteufen des Bohrloches sicher. Für Bohrarbeiten kann man übrigens den Satz aufstellen, daß es jederzeit Ersparniß gewährt, wenn man jede Möglichkeit von Verlust verhindert.

Das Aussetzen oberflächlicher oder Alluvialschichten 2c. mit Röhren.

Das Durchsinken der tertiären Formation in der Umgegend von Paris erheischt gewöhnlich drei Röhren. Die erste, welche ich Kastenröhre nenne, schneidet den Kies und den Flußsand oder andere bewegliche Schichten ab und geht nieder bis auf die dichten Schichten; ihre Länge in Gegenden, die wenig über das Niveau der Flüsse sich erheben, beträgt 8 bis 20 Meter. Das successive Niederbringen dieser Röhre wird auf folgende Weise bewerkstelligt: Sind z. B. von der Bodensohle an 6 Meter der gedachten Erdschichten, dann 14 Meter Sand und Kies zu durchsinken, so teufe ich, wenn es der Wasserspiegel gestattet, einen Bohrschacht ab, welcher die ersten Schichten durchsetzt. Was während der ganzen Bohrarbeit stets von großer Hülfe ist (indessen kann man diese Schichten auch mit dem Löffelbohrer von 27 Centimeter Durchmesser, wie ich annehmen will, durchsinken, wenn die einzuziehende Sicherheitsröhre 26 Centimeter Durchmesser im Dunkeln hat; aber dieses Verfahren hat einen Nachtheil, von welchem der Bohrschacht frei ist, auf welchen ich wieder zurückkomme); ist dieser, wenn es das Gebirge verlangt, angemessen gestützt, so hängt man eine erste Röhre von 5 bis 6 Meter Länge ein, die man in der verticalen Linie und in der Richtung des Seiles der Leitscheibe erhält. Wenn der Durchmesser der Röhre 0,m24 im Lichten beträgt, so wendet man, um das Bohrloch von Sand und Kieseln zu reinigen, die sich auf seiner Sohle befinden, einen sehr geschlossenen Sandlöffel von 0,m18 Durchmesser an, dessen Ferse ungefähr $\frac{2}{3}$ der Oberfläche einnimmt, und dessen Bohrspitze ganz liegend ist, damit der Sand und der Kiesel nicht wieder herausfallen können (siehe Fig. 5, Taf. 10). AB Länge des Werkzeuges, die aber nur 0,m50 beträgt für magern Sand, der mit großen Kieselgeschieben untermischt ist. Sein Durchmesser ist viel kleiner als derjenige der Röhre, in welcher er arbeitet, damit er besser in den Kies eindringe. Man geht mit diesem fast geschlossenen Sandlöffel mehrmals ins Bohrloch hinab, worauf die Röhre durch ihr eigenes Gewicht niedersinkt, ja sehr oft geschieht dieses schon, während das Arbeitsstück unter ihrer Basis

in Bewegung gesetzt wird, oder auch in dem Augenblicke, wo man es sammt den behindernden Kieseln zu Tage hebt.

Statt eines geschlossenen Sandlöffels, wie der eben beschriebene ist, kann man auch einen gewöhnlichen Löffelbohrer anwenden, nur muß man alsdann dichten Thon auf den Sand stürzen und außerdem den Löffelbohrer ohne Erschütterung und ohne Abschrauben der Stangen aus dem Bohrloche heben, sonst läßt er den ergriffenen Sand augenblicklich fahren. Hat man den Bohrschacht tief abgeteuft, so steht man davon ab, den gefüllten Löffelbohrer bis zur Bodensohle zu heben, sondern man hebt ihn bloß bis über die Mündung der Röhre. Befinden sich noch mehrere Bohrstangen am Löffelbohrer, so kann man eine derselben über das Bohrgerüst hinausragen lassen, ohne sie abzuschrauben. Während dieser Operation steht der Bohrmeister an der Mündung der Röhre und leitet die Bohrstange dergestalt, daß der Bohrer nicht den geringsten Stoß erfährt.

Sollte sich unter der Basis der Röhre ein zu großer Kiesel befinden, daß ihn der Löffelbohrer nicht zu erfassen vermag, so zertrümmert man denselben mit einem gewöhnlichen Meißelbohrer und vollendet die Ausförderung desselben mittelst eines einfachen Glückshakens oder mittelst eines Glückshakens mit Scharnier (siehe Taf. 13, Fig. 3.). Man kann auch diejenigen, die nicht zu groß sind, mit einem Fuchsschwanz oder Krätzer (Taf. 10, Fig. 14) oder auch mit der Zange Taf. 13, Fig. 12 ergreifen.

Die Röhre muß allein, oder indem man sie dreht, hinabsinken, wenn Sand und Kies mager sind; sitzt er dagegen in Mergel oder Thon und die Röhre will nicht vorwärts rücken, so kann man anfangs schwache Schläge mit dem Rammklotz in Anwendung bringen, nachdem man sich überzeugt hat, indem man die Länge des Bohrers und diejenige der eingezogenen Röhre von der Bodensohle an mit einander vergleicht, daß kein unter ihrer Basis gebliebener Kiesel sich ihrem Vorrücken widersetzt.

Hat man die Röhre von 6 Meter Länge eingezogen, so verbindet man mit derselben durch die bereits angegebenen Verfahrungsarten ein anderes Röhrenstück und setzt das Ausräumen in der Röhre fort.

Wenn die Alluvialschicht mächtig ist, so darf man nicht vergessen, die Basis der Röhre oder des Röhrenkastens mit einem Beschläge von 10 bis 15 Centimeter Höhe und von 4 Millimeter Dicke zu verwahren.

Das Durchsinken mächtiger Lager von Sand und Kies oder Rollsteinen, sowie auch derjenigen von sandigem Mergel mit Gesteintrümmern ist leichter mit eisernen, als mit hölzernen Röhren zu bewerkstelligen, weil diese letzteren eine Dicke haben, welche sich ihrem Hinabgleiten widersetzt und weil außerdem die Erweiterungswerkzeuge, z. B. der Glückshaken mit Scharnier und andere, darin nicht so gut arbeiten. Es ist übrigens leicht begreiflich, daß ein geschlossenes Erweiterungswerkzeug, welches die Röhre ziemlich ausfüllt, sich nicht sehr zu öffnen braucht, um über die Blechstärke hinaus aufzuräumen und die Basis der Röhre von Allem zu befreien, was ihr Vorrücken hindert, während der Flügel des Erweiterungswerkzeuges zu demselben Resultate unter der Basis einer hölzernen Röhre einen weit größeren Weg zu machen hat. In Ermangelung einer eisernen Röhre wendet man indessen eine hölzerne an. Ich gebe auch den Rath, in dem sogenannten Röhrenkasten die Beschläge inwendig anzubringen, weil man dadurch Reibungen vermeidet.

Ist das Niederbringen des Röhrenkastens bis auf festes Gebirge, z.

B. bis auf Süßwassermergel und Süßwasserkalk bewerkstelligt, so läßt man im Bohrschachte den ganzen Theil, welcher sich von der Schachtsohle bis zur Bodensohle erhebt, um den Werkzeugen, die unter der genannten Röhre arbeiten sollen, als Leitung zu dienen. Hat man sich vorgenommen, mit dem größtmöglichen Durchmesser zu bohren, so kann in der Röhre, die 26 Centimeter Durchmesser im Lichten hat, ein Meißelbohrer von 0,m255 Durchmesser ganz bequem niedersteigen, mit welchem man den Mergel und die mit ihm wechsellagernden Kalkbänke oder Platten durch Schlagen durchsinkt. Wenn ungefähr 30 Meter in diesem Gebirge durchsunken sind, so werden die Einstürze, welche von den Mergelschichten, wie auch von dem Hinabfallen einiger Kalksteinstücke herrühren, im Bohrloche sich anhäufen. Man muß alsdann eine Sicherheitsröhre bis auf 60 Meter einziehen, wenn das Bohrloch diese Tiefe erlangt hat. Bevor man zu dieser Operation schreitet, untersucht man das Bohrloch mit einem Meißelbohrer von vollem Caliber oder mit einem langen Glattbohrer, um die bestehenden Rauhheiten zu beseitigen. Ich werde weiter unten das Ausführliche über die Werkzeuge angeben, welche zur vorliegenden Operation gehören. Ist das Bohrloch ausgeglättet, so läßt man die Röhre succesiv bis zu der Tiefe hinabsteigen, welche sie ohne Behinderung erreichen kann. Findet sie in 8 oder 10 Metern über der Sohle des Bohrloches ein Hinderniß, so hat sich vielleicht nichtstehendes Gebirge während der Zeit, wo man die Röhre vorrichtete, auf der Bohrsohle angehäuft, oder die Röhre selbst hat von den Wänden des Bohrloches eine große Quantität abgelöst, oder es ruht auch vielleicht endlich ihre Basis auf einem vorragenden Theile, der durch die Verrückung einer Kalkplatte oder eines Splitters der Steinbank entstanden ist. Im ersteren Falle reinigt man das Bohrloch mittelst des offenen Löffelbohrers, oder mittelst des Sandlöffels mit Ventil, und in dem Maße, als das Ausräumen bewerkstelligt wird, sinkt die Röhre durch ihr eigenes Gewicht hinab. Im zweiten Falle, wo die Röhre auf einem vorragenden Gesteinstheile sitzen bleibt, kann sie erst dann weiter vorrücken, nachdem man dieses widerstandleistende Bruchstück mittelst eines Glückshakens mit Scharnier oder eines Meißelbohrers mit Feder oder mit Schraube, oder endlich mit jedem andern Erweiterungswerkzeug, von welchem später die Rede sein wird, beseitigt hat. Um eins dieser Werkzeuge in Thätigkeit zu versetzen, muß man erst die Röhre um 2 oder 3 Decimeter heben, um dem Werkzeug freien Raum zu geben. Wenn das fragliche Gesteinbruchstück, statt unter der Röhre um einige Millimeter vorzurücken, sich der Passage des Sandlöffels widersetzen sollte, so müßte man den Meißelbohrer anwenden, um es zu zertrümmern. Es würde dann der Fall eintreten, daß entweder die Zertrümmerung über den Umfang der Röhre hinaus bewerkstelligt würde, und daß diese sogleich hinabsinken könnte, oder daß der Meißelbohrer, wenn das Gestein hart und dicht wäre, nur den Theil davon angriffe, der sich unter der Röhre darbietet. Alsdann müßte man nach Anwendung des einfachen Meißelbohrers noch das Erweiterungswerkzeug anwenden, von welchem schon die Rede war.

Ist die Röhre auf der Sohle des Bohrlochs angelangt, so läßt man sie hier, sobald man die Absicht hat, sie später nicht tiefer nieder zu bringen. Im entgegengesetzten Falle trägt man Sorge, sie, wie ich weiter oben gesagt habe, 30 oder 40 Centimeter über der Sohle oder der Stelle

festzuhalten, wo sie sitzen geblieben ist. Man setzt dann das Durchsinken des Mergels und der Kalkbänke in einem Durchmesser von 0,m214 fort, daß sie ziemlich den größten Durchmesser behält. Nehmen wir nun endlich an, daß die Formation des Grobkalkes an der Stelle, wo wir eben bohren, fehlt, so erreicht man sogleich den bildsamen Thon, welcher zur Gruppe des unteren Sandes der tertiären Formation gehört. Hier muß man nun den Zweck erwägen, für welchen man bohrt. Zwei Fälle bieten sich dar: der erste ist das Aufsuchen einer oder mehrerer Wasseransammlungen, die im lignithaltigen Sande vorkommen; der zweite ist das Aufgeben dieser ersten Wasseransammlungen und die Erreichung einer neuen, welche, wie man weiß, im reinen Quarzsande, dem unteren Theile der Formation, nicht fehlen kann. Im ersten Falle greift man den Thon in einem kleinen Durchmesser an und fährt so fort bis zu den Anzeigen eines ersten steigenden Wassers. Im zweiten Falle fährt man mit dem großen Durchmesser bis in die Nähe der unteren Wasseransammlung fort. Diese Veränderung des Durchmessers bezweckt, sich eine gute Basis für die Anbringung des Steigrohres zu sichern. Wenn ein schwaches Steigen sich kund giebt, so kann man den oberen Theil dieser Thonschichten im gewöhnlichen Durchmesser erweitern und für den kleinen Durchmesser nur fünf oder sechs Meter übrig lassen, sobald dieser Thon dicht ist. Alsdann fährt man mit diesem kleinen Durchmesser fort, bis zum Aufschließen der gesuchten Wasseransammlung. Wenn nun das Wasser bis über die Bodensohle springt, oder noch unter derselben bleibt, je nach der Höhe der Localität, so bohrt man im Durchmesser des anzuwendenden Steigrohres, die 15 Meter, die man nach meiner Annahme im kleinen Durchmesser durchsunken hat, vollends nach und schreitet dann sogleich zum Einziehen des Steigrohres.

Der Thon hat die Eigenthümlichkeit, sich zusammenzuziehen und häufig den Durchgang der Werkzeuge zu verhindern; auch das Steigrohr ist bald von Thon umgeben, so daß das aufsteigende Wasser hinter dem Rohre nur sehr schwer emporsteigen kann; übrigens verhindert das Ausgießen mit Mörtel, nachdem die erste Sicherheitsröhre aus dem Bohrloche herausgenommen worden, jedes andere Entweichen der Wasseransammlung, als durch das Innere des Steigrohres. Ich habe eben gesagt, daß man den Mörtel einzugießen pflege, nachdem die erste Sicherheitsröhre, diejenige, welche einen Theil des Mergels abschneidet, aus dem Bohrloche gezogen worden. Dieses ist aber nicht immer der Fall; man beginnt damit, diese Röhre beim Kopfe ergreifend, wenn sie sonst fest vernietet ist, zu heben, auch an ihrer Basis vor dem Einziehen des Steigrohres, wenn sie den Anstrengungen, sie herauszuziehen, widerstehen sollte. Wenn sie endlich frei ist, wenn das Steigrohr seine Stelle eingenommen hat, so gießt man einige Mal Mörtel ein und hebt alsdann die genannte Röhre um einen kleinen Betrag, und so successiv weiter, bis das Niveau des Mörtels wo möglich dasjenige überschritten hat, wo in den Mergelschichten Einstürze stattfinden. Sodann bewirkt man das gänzliche Ausziehen der Röhre, und setzt das Eingießen von Mörtel fort, bis er in der Kastenröhre an der Sohle des Bohrschachtes völlig erstarrt ist. Will man auch die Kastenröhre ausziehen, so verfährt man dabei auf die bereits angegebene Weise; entscheidet man sich dafür, dieselbe im Bohrloche zu lassen, was besser ist, so gießt man den Mörtel bis zu ihrer Mündung. In Figur 1, Tafel 17

ist ein Bohrloch dargestellt, auf dessen Sohle man eine springende Quelle E aufgeschlossen hat, deren Wasserspiegel in der Kastenröhre AB im Punkte C stehen bleibt. In Figur 2 sieht man den Theil DE des mit dem Erweiterungsbohrer ausgebohrten Bohrloches in Berührung mit dem Steigrohre NE; und endlich von A bis nach D den Mörtelmantel, der das Steigrohr umhüllt.

Figur 3 zeigt das Steigrohr und Röhrenkasten über die Grenze des Emporsteigens des Wassers hinaus verlängert, zum Eingießen des Mörtels. Es ist begreiflich, daß, wenn die Wasseransammlung sich einen Ausweg hinter dem Steigrohre eröffnet, sie in dem Röhrenkasten manchmal bis zur Bodensohle emporsteigen könne. Der bei diesem Wasserstand eingegossene Mörtel würde dann nicht hinabsinken, sobald man die Wasserergießung nicht unterbräche. Dieses erreicht man aber, indem man, wie ich schon gesagt habe, den Röhrenkasten über der Bodensohle verlängert und dann wie früher den Raum abCD ausfüllt. Erhebt sich der Röhrenkasten über das Steigrohr hinaus, was für das Ausgießen mit Mörtel oft sehr bequem ist, so bedeckt man das Steigrohr mit einer kupfernen Calotte oder man verstopft es mittelst eines Stöpfels aus Hanf, damit der Mörtel nicht in dieses Rohr gelange. ejhf ist der Bohrer, den man von einer Zeit zur andern bewegt, um die Röhre zu erschüttern und von ihren Wänden die Mörtelkugeln abzulösen, welche sich daran anhängen.

Wenn es nicht wohlgethan ist, den Ausfluß eines Wassers zu unterbrechen, wenn es aus verstopfenden Schichten kommt, so macht man eine Oeffnung Figur 17 zum Austritt solchen Wassers in den Röhrenkasten, und es fließt alsdann durch eine kleine Röhre ab, welche in das Steigrohr eingesetzt wird, und man gießt nun wie früher den Mörtel in den über der Bodensohle verlängerten Röhrenkasten.

Wenn man in einem nicht erforschten Boden, ohne es zu erwarten, oder früher, als man hoffen durfte, eine springende Quelle aufschließt, ohne daß man die Vorsicht angewendet hat, den Durchmesser zu verengern, wovon weiter oben die Rede war, so läßt das Steigrohr, welches in dieses von seiner Mündung bis zur Sohle cylindrische Bohrloch eingezogen wird, wenn es keinen Absatz findet, auf welchem es aufruht, das Wasser hinter sich emporsteigen, und das Ausgießen mit Mörtel wird so unmöglich. Man kann alsdann das Bohrloch erweitern und die Verengerung, von welcher die Rede war, durch Erweiterung des oberen Theiles des Bohrloches herstellen; aber für nicht tiefe Bohrlöcher, welche ohne Unterbrechung wenigstens von der Basis der Sicherheitsröhre bis zur Wasseransammlung durch consistentes Gebirge niedergehen, kann man das in Figur 4, Tafel 17 angegebene Mittel anwenden. Es besteht darin, die Basis des Steigrohres mit einem hölzernen Stöpfel ef mit einer Höhe ed von 0,m20 bis 0,m30 zu versehen, über welchem man so viel vom längsten Hanfe befestigt, als der Durchmesser des Bohrloches durchbringen läßt. Dabei dürfen jedoch die Hanffasern sich nicht an den Wänden anhängen, ablösen oder zerreißen. Beim Einziehen der Röhre werden alle diese Hanffäden von unten nach oben getrieben, so daß sie im Bohrloche schwimmen, während man dem Wasser über der Bodensohle alle nur mögliche Geschwindigkeit läßt. Ist die Röhre erst eingezogen, so setzt man, wie vorher, an die Kastenröhre noch ein angemessenes Stück über der Bodensohle an. Das Wasser steigt in derselben und erhält sich im

Gleichgewicht, hat aber in diesem Zustande keine Wirkung mehr auf die Hanffasern, welche sich im Steigrohre befinden. Diese Fasern sind vielmehr ihrer eigenen Schwere überlassen, welche größer ist als diejenige des Wassers, und fallen in tausendfältigen Krümmungen aufeinander nieder, wodurch sie den ringförmigen Raum, den der Stöpsel e f zwischen den Wandungen des Bohrloches läßt, vollständig verschließen. Ist der Durchmesser der Röhre im Verhältnisse zu demjenigen des Bohrloches klein, so kann man, nachdem man etwas Mörtel oder reinen Cäment eingegossen hat, ein oder zwei Cubikdecimeter hoch kleine Kieselsteine von der Größe einer Nußschale hineinwerfen, damit die Hanffasern gut anhaften, und setzt dann das Eingießen des Mörtels, wie es weiter oben beschrieben worden ist, fort.

Wir wollen uns nun einen schwierigeren Fall, als den vorhergehenden denken, denjenigen nämlich, wo, wie in Figur 5, Tafel 17, eine Schicht flüssiger Thon von seinem oberen Theile Trümmern in die Wasseransammlung niederfallen läßt und das Fließen des Wassers gänzlich abschneidet; wo außerdem das Einziehen einer hölzernen Röhre nicht tief genug bewirkt worden ist. Diese hölzerne Röhre hat 0,m18 Durchmesser im Dunkeln und kann nur eine Röhre von 0,m12 Durchmesser aufnehmen, während der Thon, um stark gepreßt und festgehalten zu werden, eine Röhre von 0,m22 Durchmesser verlangt, also einen größeren Durchmesser als das Bohrloch selbst besitzt. Man zieht eine Röhre von 0,m115 Durchmesser aus Kupfer oder aus galvanisirtem Eisen ein (ersteres ist kostspieliger aber besser); diese Röhre sei an ihrem unteren Theile mit zwei einhüllenden Lederoberflächen versehen, von denen die eine die Form einer Vertiefung annehmen wird, deren untere Basis durch den Druck des steigenden Wassers und die obere Basis, durch das Zusammensinken des Gebirges erzeugt wird. Die andere Oberfläche wird die Form einer offenen Tulpe ebenfalls durch das Einsinken des Thons haben. Statt die Lederoberflächen auf zwei zu reduciren, kann man sie so sehr vervielfältigen, als es die Mächtigkeit der nicht consistenten Schicht erheischt. Ist die kleine neue Röhre auf diese Weise niedergebracht worden, so wird sie an der Bodensohle durch einen kupfernen Klampen festgehalten, welcher auf der Mündung der zuerst eingezogenen aufruht. Um das Aufwärtssteigen des unteren Leders beim Niederbringen der Röhre zu vermeiden, kann man es mit mehreren Fäden befestigen, die im Mittelpunkte der Röhren zusammenlaufen, und die man alsdann mittelst eines gut geschärften Bohrmeißels oder irgend eines anderen Werkzeuges zerschneidet.

Man kann die Lederumhüllungen durch eine Vereinigung von Federn ersetzen, die so angebracht sind, wie sich aus Figur 18 derselben Tafel ergiebt. Es sei **AB** der Durchmesser der kleinen im Steigrohre niederzubringenden Röhre, deren Einziehung man bereits, aber vergebens, versucht hat; und **AB** derjenige Durchmesser, den man erlangen muß, um die nicht consistente Schicht festzuhalten. Man versieht nun die Röhre mit sechs oder mehreren Federn nach ihrem Durchmesser CCCCCC, von derselben Weite, von drei bis vier Millimeter Dicke und von 0,m58. Wenn diese Federn, welche man in der Figur durch punktirte Linien angegeben findet, gegen die Röhre gedrückt werden, so entfernen sie sich am unteren Theile um eine fast willkührliche Quantität von der Röhre, mit welcher sie am andern Ende vernietet sind, indem sie zwischen sich dreieckige Räume

lassen, durch punktirte Linien angegeben, die vorher einander berührten. Es handelt sich nun noch darum, diese leeren Räume auszufüllen, und für diesen Zweck befestigt man über der Berührungslinie jeder Feder eine Tafel von Zink, von Blei, von Kupfer oder von Eisenblech **Defg**, welche gewaltsam durch die Federn entfernt wird, und bedeckt sie nach den Linien **Dg**, **ef**. Ebenso verfährt man in Betreff der fünf andern Punkte, und man hat eine feste Oberfläche, welche den Einsturz des Gebirges verhindert. Um die Röhre einzuziehen, welche jetzt mit einem beträchtlich größeren Apparate als das ursprüngliche Steigrohr versehen ist, vereinigt man alle Federn und die sie bedeckende dünnen Metalltafeln in einem kleinen Kegel Figur 17 aus dünnem Blech, der in eine ganz schwache Stange oder vielmehr in einen starken Eisendraht ausläuft, welchen man zwei Meter oder 1,m50 tief in der Röhre befestigt. Ist nun dieser so weit hinabgeschoben, daß er sich dem Punkte gegenüber befindet, den er schützen soll, so zerschneidet man den Eisendraht mittelst eines kleinen Meißelbohrers oder eines Glückshakens oder eines anderen Hakens, mit dessen Hülfe man den Kegel bis auf die Sohle des Bohrloches, d. h. bis einige Meter unter der Wasseransammlung, niederbringt.

Mit Hülfe einer Schraube läßt sich auch dasselbe Resultat erlangen, besonders wenn der Durchmesser der Röhre ein wenig groß ist. Aber dieses Mittel nöthigt, an der Basis der Röhre ein Stück zurückzulassen, welches nachtheilig werden kann, wenn man später im Bohrloche noch etwas tiefer niedergehen wollte.

Unter allen Mitteln, ein Steigrohr an seiner Basis so zu beendigen, daß alle Wassercommunication mit der Außenseite desselben vermieden wird, scheint mir folgendes dem Zwecke am besten zu entsprechen: man versieht nämlich die Basis der genannten Röhre mit einem einfachen abgestutzten Kegel entweder aus Metall oder aus Holz in Gestalt desjenigen **XX** Figur 15, Tafel 17 und richtet es dabei so ein, daß man über diesem conischen Stöpsel einen großen ringförmigen Raum behält, der es gestattet, die Röhre mit einem dicken Mörtelmantel zu umgeben. Unter dieser einzigen Bedingung bringt auch das Ausgießen mit Mörtel seine Wirkung hervor, während, wenn der Raum, den die Röhre im Bohrloche übrig läßt, zu beschränkt sein sollte, die obige Wirkung fast gänzlich verschwindet.

Wenn das Gebirge, welches die Basis der Säule aufnehmen soll, sich verändert, so kann man dem abgestutzten Kegel eine große Höhe geben und es so einrichten, daß das ebenfalls in Gestalt eines abgestutzten Kegels vorgerichtete Bohrloch etwas kleiner sei, als der conische Theil der Röhre, die man mit Schlägen des Rammklotzes einrammt, wenn sie dieselbe zu ertragen vermag. Zieht man eine kupferne Röhre ein, die mit dem ersten Stöpsel endigt, von welchem weiter oben die Rede war, so muß man sich hüten, dieselbe mit dem Rammklotz einzutreiben; aber man kann sie auf die Weise bis auf den gewünschten Punkt bringen, daß man sie nach rechts oder nach links dreht, oder besser noch, daß man einen Deckel darüber legt und denselben mittelst einer Schraube oder zweier Druckschrauben niederzusteigen nöthigt. Dieses Mittel verdient besonders dann den Vorzug, wenn man die Röhre durch Sand, der mit Thonschichten abwechselt, niederzubringen hat.

Man bedient sich eines Steigrohres zugleich als Sicherheitsröhre. So sieht man z. B. Figur 9, Tafel 17 eine Röhre, welche sich über die

Bodensohle erhebt, bis zur letzten Wasseransammlung V'' niedergeht und durch bildsamen Thon und Kreide niedergebracht worden ist. Mehrere Steigröhren der Brunnen zu Meaux und anderer Gegenden befinden sich unter denselben Verhältnissen. Diese Röhre vereinigt das Wasser der drei Wasseransammlungen V, V' und V'', deren Gesammtergebniß größer ist, als dasjenige einer einzigen dieser Wasseransammlungen, auch größer als dasjenige der unteren Wasseransammlung V''. Letzteres steigt in der Röhre durch ihre Mündung empor, und dasjenige der beiden anderen Ansammlungen durch Löcher, die man mittelst eines schneidenden Werkzeuges in der Röhre angebracht hat. Was ich eben hier angeführt habe, ist für den Fall anwendbar, wenn die Wasseransammlungen sämmtlich springendes Wasser liefern oder es bis zu der Höhe steigen lassen, wo man es benutzen will. Könnte dagegen die untere Wasseransammlung allein diese Höhe erreichen, und würden die anderen tiefer unten bleiben, so müßte man sich hüten, solche Löcher in der Röhre anzubringen, weil die einzige Wasseransammlung von der erforderlichen Steigkraft sich in das Bette der beiden anderen verlieren könnte und nicht mehr die gewünschte Höhe erreichen würde.

Statt mehrere Wasseransammlungen, wie wir eben gesehen haben, in einem einzigen Canale zu vereinigen, kann man dieselben auch, wenn ihre Steigkraft es gestattet, einzeln emporsteigen lassen. So steigt z. B. die Wasseransammlung R' Figur 10, Tafel 17, deren Steiggrenze die weiteste ist, in einer ersten Steigröhre bis über die Bodensohle, und der Raum, welcher zwischen ihr und dem Bohrloch von R nach K übrig ist, kann mit Mörtel ausgegossen werden. Eine andere Wasseransammlung R, welche zuerst aufgeschlossen wurde, steigt in dem ringförmigen Raume zwischen dem Steigrohre der Wasseransammlung R' und ihrem eigenen Rohre, welchen man auf die schon anderwärts angegebene Weise mit Mörtel ausgießen kann. Das Wasser dieser beiden Ansammlungen wird alsdann in dem Brunnen dergestalt vertheilt, daß es durch verschiedene Hähne ausfließt.

Das Aussetzen eines Senkbrunnens mit Röhren.

Es nimmt dieselben Vorsichtsmaßregeln in Anspruch, wie bei einem springenden Brunnen; die Leitungsröhren müssen von guter Qualität sein, und um das Auswaschen der Schichten oder das Niederstürzen ihrer Trümmern auf die absorbirende Schicht zu vermeiden, muß man ebenfalls das Ausgießen mit Mörtel anwenden. In diesem Falle muß die Leitungsröhre mit einem eisernen Schuh versehen werden, was auch bei den Steigröhren häufig der Fall ist. Indessen können sie auch, gleich letzteren, in ihrer ganzen Länge so mit einander vereinigt sein, wie in Figur 9 und 10, Tafel 17 angegeben ist. Diejenige der ersten Figur kann sehr gut die Röhre eines Senkbrunnens sein, wenn man annimmt, daß der Boden um einen solchen Betrag erhöht sei, daß die im ersten Falle springenden Wasser im zweiten nur als emporsteigend sich darstellen und einige Meter unter der Bodensohle stehen bleiben. Diese Röhre, so durchlöchert, wie die Figur angiebt, wird das Wasser, welches man in die Leitungsröhre gießt, frei abfließen lassen, und es wird sich im Bette der aufsteigenden Wasseransammlungen jedesmal verlieren, sobald der Spiegel ihres steigenden Wassers überschritten wird.

Das Einziehen verlorener Röhren.

Verlorene Röhren darf man nur selten beim Durchsinken des Sandes anwenden, es wäre denn der Fall, daß derselbe sehr fett und stehend wäre.

Sie sind in Thon- oder Mergelschichten eine wohlfeile Art des Aussetzens mit Röhren, nur muß die Operation von erfahrenen und sehr sorgfältigen Arbeitern bewerkstelligt werden.

Angenommen, ein Bohrloch werde 200 Meter tief niedergebracht, und das Gebirge verlange von hier bis auf 225 Meter Tiefe eine Sicherheitsröhre, so leuchtet von selbst ein, daß, wenn es angeht, nur auf 25 oder 30 Meter Röhren einzuziehen, weil der ganze obere Theil des Bohrloches keiner Röhren bedurft hat, man mit gutem Grund glauben könne daß es besser sei, zu diesem Mitttel seine Zuflucht zu nehmen, als eine lange Röhre von 225 Meter einzuziehen, an welcher 200 Meter im Bohrloche ganz überflüssig seien. Wenn ich aber das Verfahren beschrieben haben werde, wie man dieses Röhrenstück von 25 — 30 Meter Länge, was man verlorene Röhre nennt, einzuziehen habe, und wenn ich die Nachtheile angegeben haben werde, so wird man sich überzeugen, daß es häufig öconomischer sei, unbedenklich den Aufwand für eine ganze Röhre zu übernehmen.

Die Figur 8, Tafel 6 zeigt das obere Ende einer verlorenen Röhre, die, wie wir angenommen haben, 200 Meter unter der Bodensohle eingezogen wird und sitzen bleibt. Dieses Ende ist mit einem eisernen Beschläge versehen so stark als der Durchmesser des Bohrloches es erlaubt. Es sitzt am äußeren Theile der Röhre, ist fest auf dieselbe genietet und ragt über dieselbe etwa um 15 Centimeter über. Es ist von innen nach auswendig ausgeschweift, um die Stöße der Werkzeuge zu vermeiden, von denen es beim häufigen Durchgang beschädigt werden könnte. Es enthält in der Längenrichtung und in ganz entgegengesetzten Richtungen zwei Bajonetteinschnitte von 1 Decimeter Länge und 2 Centimeter Breite; der horizontale Theil des Einschnittes muß 3 Centimeter Höhe haben. Der Zweck dieser beiden Einschnitte Figur 6, Tafel 6 ist nun folgender: eine Stange **ABC** mit Gestemme **B** trage eine Schraubenmutter **D** Figur 6. Auf dem punktirten Theile dieser Stange, die man viereckig erhält, sind zwischen dem Gestemme **B** und der Schraubenmutter **D** befestigt 1) eine runde Platte **iKj** mit zwei Ohren **ij** Figur 6 und **ij** Figur 10; 2) ein abgestumpfter Kegel aus Holz **EF**, der unmittelbar an der Platte anhaftet. Aus dem Umfange der letzteren entspringen die Ohren oder, was einerlei ist, der obere Umfang des abgestutzten Kegels ist gleich dem inneren des Beschläges mit Einschnitten Figur 8, so daß, wenn man in letzteres den hölzernen Kegel schiebt, die Ohren sich auf den Umfang setzen und in denselben vermöge der Einschnitte eindringen, wenn man das Werkzeug an der Stange nach rechts oder nach links dreht. Wenn die Ohren bis in den tiefsten Theil der Einschnitte gelangt sind, so dreht man nach rechts, bis sie der linken Wand begegnen, und wenn man nun das Werkzeug emporhebt, so sitzen die gedachten Ohren in dem kleinen Schenkel der Einschnitte und erhalten sich fest darin, bis sie niedersinken, wenn man dieselben nach rechts dreht und dann herauszieht.

Nachdem die 25 Meter Röhrenlänge vereinigt und mit dem eingeschnittenen Beschläge versehen sind, verbindet man damit das Werkzeug, dessen ich eben gedacht habe, und dann hängt man die Röhre sammt dem

Bohrer ins Bohrloch. Wenn die Röhre auf irgend ein Hinderniß stößt, so wendet man die Vorsicht an, nicht nach der Seite der Auslösung der Einschnitte zu drehen, sondern man treibt vielmehr das Werkzeug beständig nach links, um sicher zu sein, es nicht auszuhaken. Nachdem die verlorne Röhre auf diese Weise eingezogen worden ist, zieht man das Werkzeug zurück, indem man nach rechts dreht und dabei nicht unnöthige Kraft anwendet, weil man sonst befürchten muß, einige Stangen loszuschrauben.

Wenn die verlorne Röhre nur bis zur Hälfte des Gebirges niedergebracht werden konnte, welches sie abschneiden soll, so räumt man im Innern derselben aus, und bei jedem neuen Einbringen des Sandlöffels sinkt sie, vermöge ihrer eigenen Schwere, tiefer hinab. Wenn das zu beseitigende Gebirge aus gewissen Arten des Sandes, aus trockenem Mergel und aus kieselhaltigem Mergel besteht, so wird sie es sehr gut abschneiden, weil das Erweiterungswerkzeug oder ein einfacher übergreifender Haken die Trümmern, welche die Röhre an ihrer Basis aufhalten, sehr leicht beseitigen wird. Die Röhre kann sogar in ganz neuem Gebirge, welches man dann mit dem Erweiterungswerkzeug aufräumt, niedergebracht werden. Aber es giebt Fälle, in welchen es schwierig und selbst unmöglich sein wird, eine verlorene Röhre niederzubringen. Ein solcher Fall tritt z. B. ein, wenn man auf steigenden Sand stößt, d. h auf solchen, welcher durch steigendes Wasser emporgehoben wird. Dieser Sand, der vom Volumen des Wassers $\frac{5}{100}$ betragen kann, fällt nieder und steigt mit dem Wasser während des Bohrens empor. Ein Theil davon geräth nun hinter die verlorene Röhre und stellt dieselbe so fest, daß man sie nicht weiter niederbringen kann, aber auch nur um sehr kleine Längen zurückzuziehen vermag. In abwechselnd milden und harten Schichten, die man unter ihrer Basis aufräumt, wird die Röhre niedergebracht werden können, wie ich weiter oben angegeben habe; gelangt sie aber durch ihre eigne Schwere auf eine nicht weggeräumte Bank, ohne daß man genöthigt war, sie dahin mit Hülfe des Bohrers zu bringen, so wird die Beseitigung der Bank, um ihr Durchgang zu verschaffen, dadurch schwierig, daß kein Raum zwischen ihr und der Röhre übrig ist, und man genöthigt bleibt, die Bank von unten anzugreifen, was eine sehr langwierige und für die Schlosse der Bohrerstangen gefährliche Operation ist, deren Gelingen nicht immer verbürgt werden kann. Bei einer ganzen Röhre dagegen, die durch ihre eigene Schwere bis auf eine nicht erweiterte Bank niedergesunken ist, hat man keine Schwierigkeiten. Man hebt nämlich die Röhre um 0,m25 bis 0,m30 empor, um dem Erweiterungswerkzeug den Raum zu verschaffen, dessen es zu seiner Wirksamkeit bedarf. Ist die Erweiterung ausgeführt worden, so löst man die Halsbänder, welche die Röhre an der Bodensohle festhalten, und läßt sie den Weg durchlaufen, welcher durch das Erweiterungswerkzeug hergestellt worden ist.

Ein Nachtheil der verlorenen Röhren besteht auch darin, daß sie von den Werkzeugen mit emporgehoben werden. Sind dieselben leicht, so spüren die am Haspel angelegten Arbeiter beim Anheben der Werkzeuge keine Vermehrung der Last; und wenn der Bohrmeister nicht immer den Drehschlüssel in der Hand hat, so wird er oft die verlorene Röhre zu Tage kommen sehen.

Das Hinabstürzen des Bohrers kann auch, nachdem die Werkzeuge

zum Fangen den Kopf einer verlorenen Röhre passirt haben, beim Ausziehen der ergriffenen Theile schlimme Unglücksfälle durch Zerreißen der Röhre herbeiführen. In Berücksichtigung dieser zahlreichen Uebelstände, leiste ich auf diese Art des Röhreneinziehens gänzlich Verzicht, ausgenommen in dem Falle, wo das Gelingen keinem Zweifel unterworfen ist.

Ich habe weiter oben von dem eingeschnittenen Beschläge und dem Werkzeug gesprochen, welches dasselbe für das Niederbringen oder für das Ausziehen einer verlorenen Röhre, oder um dieselbe durch Drehen in der einen oder der anderen Richtung bis auf die Bohrsohle zu bringen, aufnimmt; man wendet auch zum Niederbringen derselben einen Schraubenbohrer Fig. 9, Taf. 6 an. Dieses Mittel scheint aber dem ersteren weit nachstehen zu müssen, indem es weit kostspieliger und dabei nicht sicherer ist, und weil man mittelst eines Bohrers mit Schraube die Röhre nicht nach links drehen kann.

Um den Rammklotz zum Niederbringen einer verlorenen Röhre in Wirksamkeit zu setzen, wendet man das Werkzeug Fig. 11, Taf. 6 an. Es besteht zuerst aus einer runden Stange **HE**, einer Fortsetzung des Gestemmes **CD** und unten mit einer Schraubenmutter **E** versehen. In ein dickes Beschläge **AB**, vom äußeren Durchmesser des Beschläges mit Einschnitten, ist ein zweites Beschläge **ff** eingesetzt, welches unter das erstere um 10 Centimeter hinabgeht. An der Außenseite dieses zweiten Beschläges und im Raume der 10 Centimeter befestigt man mit Schrauben oder Nieten mehrere Schienen **ij**, **ij**, welche an ihrem unteren Theile **j**, **j** durch ein anderes Beschläge **kk**, kleiner als das vorhergehende, festgehalten werden. Statt der Schienen kann man einen Kegel aus starkem Eisenblech anwenden, welcher, auf das Beschläge **ff** aufgenietet, ungefähr den inneren Durchmesser des Beschläges mit Einschnitten besitzt. Das Beschläge **ff** muß auch wenig Spielraum auf der runden Stange **HE** lassen. Man sieht hieraus, daß, wenn das Werkzeug gehoben wird, das Beschläge **AB** und Alles, was in demselben sitzt, auf dem Kopfe der Röhre bleibt, und nur die Stange **HE** ist beweglich. Wird nun das Gestemme **CD** hinlänglich hoch über **AB** gehoben, so überläßt man den Bohrer oder einen Theil des Bohrers seinem Gewichte, und die Röhre erhält den Schlag desselben. Wenn man auf diese Weise sattsame Rammschläge ausgeführt hat, so zieht man das Werkzeug zurück; die Stange **HE** hebt sich allein, bis endlich die Schraubenmutter **E** den übrigen Theil ebenfalls emporhebt.

Um Rammschläge auf ganzen Sicherheitsröhren anzuwenden, bedient man sich eines gußeisernen Rammklotzes von 250 Kilogr. Schwere, welches man im Maximum 2 Meter hoch auf eine Röhre Fig. 2, Taf. 7 heben kann. Man schützt die Verbindung der Röhre, welche den Schlag empfängt durch ein eisernes Beschläge Fig. 1, welches man auf die genannte Verbindungsstelle aufnieten kann, nur wiederum abnehmen muß, sobald letztere die Sohle des Bohrschachtes erreicht. Der Rammklotz schlägt nicht direct auf das genannte Beschläge, sondern ist von ihm getrennt durch einen hölzernen Kopf aus beschlagenem Ulmenholz, der in die Röhre 50 Centimeter tief eintritt. Besitzt man keinen gußeisernen oder hölzernen Rammklotz in der Gegend, wo man eben arbeitet, so kann man einen solchen von verschiedenen Formen construiren. Ein solches Beispiel giebt Fig. 3, Taf. 7: eine Stange mit Gestemme ist eingelassen in ein Stück

Ulmenholz mit Beschläge von 30 Centimeter Durchmesser und sie wird durchsetzt von einem Bolzen. Der Kopf der Röhre ist ebenfalls zur Aufnahme der Stange durchbohrt. Der Kopf der Röhre ist in allen Fällen mit einem Beschläge aus starkem Eisenblech verwahrt, um seine Zerstörung zu verhindern. Statt eines Stück Ulmenholzes unter dem Gestemme kann man auch, wenn man ein solches besitzt, das doppelte Halsband A A oder das einfache Fig. 7, Taf. 18 benutzen. Man vermeidet auf diese Weise die Durchbohrung der Bohrstange für den Durchgang des Bolzens. Ein besseres Mittel, eine Röhre in Sand niederzubringen, ist die Anwendung von zwei starken Schrauben, welche einen Balken zusammendrücken, der den Kopf der Röhre bedeckt. Bei diesem Verfahren werden die Röhren am Wenigsten angegriffen. Wir kommen darauf weiter unten wieder zurück.

Um die Röhren, oder vielmehr die Röhre nach rechts oder nach links zu drehen, bedient man sich eines doppelten ganz weichen Seiles Fig. 6, Taf. 7, welches man um die Röhre schlingt, hier auf die vorspringende Schlinge desselben Fig. 5 einen Stock steckt, welcher mit dem kurzen Ende auf die Röhre drücken kann, sobald man sie umdrehen will. Wenn der Widerstand gegen die Drehung groß wird, so wendet man einen langen Hebel an, aber alsdann muß man dafür Sorge tragen, ihn nicht eher in Thätigkeit zu versetzen, als bis man zwischen die Röhre und den Hebel ein dünnes Brett gebracht hat, welches das Breitdrücken der blechernen Röhre verhindert.

Wenn man eine Röhre losnietet (eine Maßregel, die man in Anwendung bringen muß, sobald das zu durchsinkende Gebirge von großer Härte ist), so ist es von der höchsten Wichtigkeit, keine Nietnägel in das Bohrloch fallen zu lassen. Für diesen Zweck befestigt man mit Bindfaden unterhalb der Verbindungsstelle einen kleinen Korb, aus Stricken geflochten Fig. 7, in welchen die durchgeschlagenen Nieten fallen. Der Arbeiter, welcher die Niete herausnimmt, muß sich Zeit nehmen, um mittelst des Meißels den Nietkopf gut abzuhauen, damit wenn derselbe mit dem Punzen herausgetrieben wird, nicht die Nietlöcher vergrößert werden. Wendet man diese Vorsicht nicht an, so zerstört man die Verbindungsstellen der Röhre.

Ich habe weiter oben gesagt, daß eine Bohrarbeit von einiger Wichtigkeit immer, sobald es angeht, mit einem Bohrschacht eröffnet werden müsse, der so tief als möglich ist. Der Grund dafür ist folgender: ich nehme an, daß die Röhrenstücke, welche die einzuziehende Röhre zusammensetzen, 3 Meter Länge haben, und daß diese Röhre Centimeter um Centimeter niederzubringen sei. Nachdem sie eine gewisse Tiefe erreicht hat, wird der Fall eintreten, daß das letzte angesetzte Röhrenstück über die Arbeitsbühne um 1, 2 oder 3 Meter emporreicht, und daß es unmöglich ist, in diese Röhre den Bohrer einzuhängen, ohne im Bohrgerüst für diesen Zweck eine besondere Bühne zu errichten, was das Bohrgerüst nicht immer gestattet und was außerdem sehr unbequem ist; wenn ich dagegen einen Bohrschacht von 6 Meter Tiefe angelegt habe, und die Röhre einmal bis an die Bodensohle zusammengesetzt und derselben noch ein kleines Stück von 50 Centimeter mit einem festen Beschläge versehen, aufgesetzt war, so führe ich dieselbe in dem Maße, als die Arbeit der Erweiterungswerkzeuge es gestattet, successiv tiefer hinab, bis auf 1 Meter unter der

Sohle des Bohrschachtes, alsdann nehme ich die Niete aus dem gedachten kleinen Röhrenstück heraus und ersetze dasselbe durch eine Röhrenlänge, die es gestattet, daß das obere Ende der Röhre, wie früher, bis zur Bodensohle niedergebracht wird, und so fort, bis die Röhre das Ende der Schichten erreicht hat, welche sie abschneiden soll.

Als von dem Einziehen verlorener Röhren die Rede war, habe ich gesagt, daß gewisse Arten des Sandes, wenn sie flüssig und aufsteigend sind, sich der Anwendung dieses Verfahrens widersetzen. Man erlangt den Beweis dafür, wenn man aufmerksam das Aussetzen desselben Sandes mittelst einer ganzen Röhre, die bis zur Bodensohle emporsteigt, beobachtet. Gewisse Schichten von lehmhaltigem Sand zu Meaux und an anderen Punkten des Pariser Beckens steigen in den Röhren über ihre Lager um 5, 10 und 30 Meter empor. Das Auslöffeln dieses Sandes ist mehr oder weniger schwierig, je nachdem derselbe grob oder fein ist. Wenn man in den beiden Fällen nicht darauf achtet, und wenn die Arbeiter bei der Handhabung des Bohrers nicht die größte Geschwindigkeit anwenden, und wenn sie den Löffel, der einige Meter tief in den aufgestiegenen Sand eingedrungen ist, nur eine einzige Minute lang in Ruhe lassen, so fällt der über das Werkzeug emporgetriebene Sand rasch zwischen diesem Löffel und der Röhre nieder und hält denselben fest. Indem man den Bohrer dreht und denselben anhebt, zieht man bei diesen beiden Bewegungen die Sicherheitsröhre mit empor, und um dieselbe wieder frei zu machen, muß sie gut an einem Hebel befestigt werden, der an den horizontalen Stücken des Bohrgerüstes seine Fixirung findet, oder durch irgend ein anderes Mittel; indem man dann den Bohrer auf und ab bewegt, gelingt es endlich, aus dem Sande heraus zu kommen, und die Röhre bleibt an ihrer Stelle. Hätte man nun an der Stelle, von welcher eben die Rede war, eine verlorene Röhre eingezogen, so würde sie mit dem Sandlöffel unfehlbar wieder zu Tage gebracht worden sein, und man hätte durch eine neue Ergießung von Sand die Arbeit mehrerer Tage vernichtet. Dieses ist mir mehrmals begegnet, und nur mit großer Aufmerksamkeit und einigem Zeitaufwand ist es mir gelungen, mittelst verlorener Röhren mächtige Schichten von flüssigem Sand abzuschneiden. Da ich eine sehr vollständige Reihenfolge von Röhren zu meiner Verfügung habe, so wende ich jetzt nur Röhren an, die bis zu Tage reichen, wenigstens für den Zweck des Abschneidens flüssiger Sandschichten.

Ich habe weiter oben gesagt, daß man dem Emporheben der Röhre verschiedene Mittel entgegensetzt; unter diesen Mitteln scheint mir dasjenige, welches die beifolgende Figur erläutert, ganz gut zu sein, und ist mir seine Anwendung auch immer vollkommen gelungen. Es sei **B** Taf. 25, Fig. 2 eine Sicherheitsröhre, die gleich zu Anfang der Bohrarbeit niedergebracht wurde, und sie werde vom Gebirge so stark gedrückt, daß sie einen Widerstandspunkt gewährt; **A** sei die Röhre, welche durch eine Schicht aufsteigenden oder flüssigen Sandes niedergebracht werden soll. Ich lege um die Säule **B** ein Halsband mit Druckschrauben **OP**. Ebenso befestige ich ein Halsband **MN** um die Röhre **A** herum und vereinige es mit ersterem durch zwei Stangen **Kyzpq** von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centimeter Durchmesser und an ihrem oberen Theil mit Schraubengewinden versehen. In dem Maße nun, als die Röhre um 1 bis 2 Centimeter bei jeder Bohrerbewegung, selbst um 1 bis 2 Millimeter niedersteigt, nähert ein Mann, welcher die

Hand an der Schraubenmutter jeder Stange hat, das obere Halsband **MN** dem Halsbande **OP**, so daß ein Emporheben nicht möglich ist.

Ich kann mich nicht in zu große Ausführlichkeiten über das Aussetzen des Sandes mit Röhren einlassen, was lange Zeit eine Klippe für Bohrmeister gewesen ist und erfahrenen Arbeitern noch immer große Schwierigkeiten darbietet und sie häufig entmuthigt.

Das Aussetzen eines sehr thonigen Sandes mit Röhren geht geschwind oder wenigstens leicht von Statten. Dieser Sand wird mit einem offenen Sandlöffel oder mittelst eines dergleichen mit Ventil ausgelöffelt. Da er hinlängliche Consistenz besitzt, um mehrere Stunden ohne Einsturz fest zu stehen, so benutzt man diesen Umstand, um unter der Röhre drei oder vier Meter tief zu bohren. Stürzt nun der Sand ein, so sucht die Röhre, wenn sie keine Unterstützung an ihrer Basis hat, den leeren Raum auszufüllen, der sich eben gebildet hat, und rückt tiefer hinab. Wenn der Sand in gewissen Adern so viel Consistenz besitzt, um nicht einzustürzen, so vergrößert man das Loch, welches man gebohrt hat, mit den früher beschriebenen Erweiterungswerkzeugen. Man wendet auch die Sorgfalt an, die Röhre nicht eher auf die harten Adern niedersteigen zu lassen, als bis man gehörig aufgeräumt hat, denn man wäre dann genöthigt, die Röhre wieder empor zu heben, um das Erweiterungswerkzeug in Thätigkeit treten zu lassen.

Wenn thoniger Sand mit einer großen Röhrenlänge in Berührung steht und besonders die Röhre einen ziemlich großen Durchmesser hat, so verhindert er durch seinen Seitendruck und durch sein Anhaften das freie Hinabgleiten der Röhre bis über eine gewisse Grenze hinaus. Man ist alsdann genöthigt zum schweren Bohrer seine Zuflucht zu nehmen, den man mit Hülfe des Stangenschlosses auf dem Kopfe der Röhre aufruhen läßt. Erst wenn dieser einfache Druck nicht mehr ausreichend ist, wendet man die Schläge des Rammklotzes an.

Der trockene und reine Sand gestattet dem Bohrwerkzeug nicht, weit unter die Basis der Röhre niederzusteigen, und beabsichtigt man tiefer damit niederzugehen, so muß man Thon anwenden. Es ist oft der Fall, daß man durch Einwerfen von Thon eine Schicht trocknen Sandes, wenn sie nicht mächtig ist, durchsinken kann; sobald aber die Schicht mehrere Meter mächtig ist und das Bohren noch tiefer hinab fortgesetzt werden soll; so muß man so bald wie möglich eine Röhre einziehen. Es genügt für diesen Zweck, den Sand auszulöffeln, der in der Röhre selten über 5 Decimeter hoch zu steigen pflegt. In dem Maße, als man den Sand auslöffelt und der Bohrsohle näher rückt, sinkt die Röhre hinab. Manchmal darf man die Röhre nicht ohne Unterbrechung niedersinken lassen, weil sie sich sehr bald an ihrer Basis festsetzt. In solchem Falle befestigt man sie an ihrem Halsbande, bis das Auslöffeln auf eine angemessene Weise bewerkstelligt worden. Wenn eine Schicht trockenen Sandes so mächtig ist, daß das Auslöffeln nicht genügend ist, um die Röhre niederzubringen, aber zwischen ihrer Basis und dem Niveau des Sandes Raum vorhanden ist, so folgert man hieraus, daß sich die Seitenreibung dem Niedersinken der Röhre widersetzt, und wendet deßhalb Druck, dann Rammschläge und endlich beide Mittel in Verbindung mit einander an.

Beim Niederbringen von Röhren durch flüssigen und aufsteigenden Sand, der in der Regel mit Wasser gesättigt ist, darf man keine Ramm-

schläge anwenden, denn sobald die Röhre bis in diesen Sand gelangt ist, und derselbe sich in der Röhre nur einen Meter hoch erhoben hat, bringen die Rammschläge keine Wirkung hervor. Nur ein kräftiges und beharrliches Auslöffeln kann das Niederbringen einer Röhre durch eine Schicht flüssigen Sandes bewirken. Wenn der Sand um 5, 6 und 10 Meter hoch in der Röhre emporgestiegen ist, wird letztere nicht eher hinabrücken, als bis man mit dem Sandlöffel ihre Basis erreicht hat, oder sich wenigstens 1 bis 1½ Meter über ihrer Basis befindet. Gelingt es, unter ihre Basis zu gelangen, so wird sie sogleich um einen großen Betrag tiefer sinken und zwar während der Arbeit des Werkzeuges, oder in dem Augenblicke, wo man dasselbe in die Röhre zurückzieht.

So lange das Werkzeug von Sand umgeben ist, darf man den Bohrer nicht in Ruhe lassen, weil der Sand sich sogleich zwischen das Werkzeug und die Röhre setzt und ersteres festhält. Es ist unerläßlich, daß sich der Bohrer immer in Bewegung befinde, während man die Hebel abnimmt oder anlegt; eine pumpenartige Bewegung ohne Drehung ist schon ausreichend, um ein Festsitzen zu vermeiden.

Um die vielfältigen Sicherheitsröhren und zugleich die Unkosten zu vermeiden, welche sie verursachen, läßt man eine und dieselbe Röhre ein sehr mächtiges nicht haltbares Gebirge oder zwei in Abständen von einander gelagerte, nicht haltbare Schichten durchsetzen. Man habe z. B. eine Röhre von 200 Metern und einem Durchmesser im Lichten von 0,^{m}16 niedergebracht, die schon zwölf Meter bewegliches Gebirge abschneidet; in einer Tiefe von 250 Metern stößt man aber auf eine neue Schicht, die ein abermaliges Einziehen von Röhren nothwendig macht: so liegt auf der Hand, daß, wenn man in einer Tiefe von 500 Metern noch einen bestimmten Durchmesser haben muß, man diesen nicht behalten werde, wenn man alle 50 Meter wenigstens eine Röhre einziehen muß, so oft nur bewegliche Schichten dieses erheischen, und es wird ein Augenblick eintreten, wo dieser Durchmesser weit entfernt von demjenigen, den man conserviren sollte, so reducirt sein wird, daß die Fortsetzung des Bohrens sich als eine Unmöglichkeit darstellt. Statt also in einer Tiefe von 250 Metern eine neue Röhre einzuziehen, muß man vielmehr diejenige tiefer hinabbringen, die man früher bis zu einer Tiefe von 200 Metern in geringer Entfernung von dem festen Gebirge eingezogen hatte, welches auf die bewegliche Schicht folgte. Wenn der Durchmesser der Röhre im Lichten 0,^{m}16 beträgt, so wird der kleinste Durchmesser im Dunkeln 0,^{m}185 sein. Man muß also das Bohrloch zwischen der Tiefe von 200 und 250 Metern nicht allein bis auf 0,^{m}185, sondern bis auf 0,^{m}20 dergestalt erweitern, daß einiger Spielraum zwischen dem neu erweiterten Loche und der zu verlängernden Röhre übrig bleibt. Die für diesen Zweck angewendeten Werkzeuge zerfallen in zwei Categorien: in solche, welche durch Schlagen bewegt werden, und in solche, denen man eine drehende Bewegung ertheilt. Ich will zuerst die Werkzeuge der ersten Categorie beschreiben, die hauptsächlich im Gestein zur Erweiterung des Bohrloches angewendet werden.

Die Figur 1, Taf. 12 stellt einen Meißelbohrer mit Federn nach einem alten Systeme dar; er besteht aus zwei Klingen, welche auf der vorderen Seite eines ausgeschnittenen Theiles XXXX Fig. 7 dergestalt angebracht worden sind, daß die Klingen die Mitte der Dicke XX einnehmen. Diese Klingen sind beweglich um die Bolzen jj Fig. 1 und jj

Fig. 7, deren Köpfe in eine Platte RZ von gleicher Breite mit X″X‴, versenkt sind. Der untere Theil des Werkzeuges ist geschlossen durch ein Stück B Fig. 1 und B Fig. 7, welches auf der hohen Kante nach der dreieckigen Form der Schneide der Klingen ausgeschnitten ist. Dieses Zusammentreffen ist wichtig, um zu vermeiden, daß Trümmern und hauptsächlich feiner Sand sich nicht zwischen die Klingen setzen, wodurch dieselben gehindert werden würden, sich zu schließen. Das Stück KK ist auf den hinteren Theil durch die Platte RZ befestigt, zwischen welche es durch die Bolzen KK Fig. 1 und KK Fig. 7 eingepreßt wird. Die Klingen werden auf ihren Bolzen durch dieselbe Platte festgehalten, welche gegen den Theil P am Anfang der Klingen durch die genannten Bolzen jj und jj gedrückt wird. Der Körper des Werkzeuges hat, wenn man die Klingen davon abnimmt, die Gestalt eines Parallelepipedums X′ Fig. 6, von welchem man die Kanten abgenommen hat, damit es einen kleineren Durchmesser erhalte. Die beiden Klingen werden durch zwei Paar Federn, die in einander vergabelt sind, und denen man die größtmöglichste Breite giebt, nach entgegengesetzten Seiten getrieben; da aber der Raum, den die Klingen zwischen einander übrig lassen, nicht sehr groß ist, so können die Federn nicht sehr mächtig sein. Die Platte RZ ist mit zwei Zapfenlöchern versehen, um die Zapfen CC Fig. 1 und CC Fig. 5 aufzunehmen, welche, indem sie auf die Enden der Zapfenlöcher drücken, sich der unbegrenzten Entfernung der Klingen von einander widersetzen. Statt der Zapfen könnte man in die Klingen mit dem Schwalbenschwanz ausladende Theile einsetzen. Wenn man eine Erweiterung von 4 Centimeter verlangt, so hat jede Klinge einen Weg von zwei Centimeter zu durchlaufen. Um das Werkzeug in die Röhre zu bringen, nähert man die Klingen einander mittelst eines Seiles, welches mittelst eines Hebels angezogen wird. Sobald die Klingen in die Röhren eingebracht sind, so löst man das Seil. Ist der Meißelbohrer mit Federn bis an den unteren Theil der Röhre gelangt, so entfernen sich seine Klingen im gewünschten Durchmesser von einander, und man beginnt das Schlagen auf dieselbe Weise, wie mit dem einfachen Meißelbohrer, wobei man indessen dem Fall des Bohrers geringere Höhe giebt.

Statt zwei Klingen kann man deren vier anwenden, wenn man dem Schafte die Gestalt Fig. 2 giebt. Die Klingen legen sich alsdann je 2 und 2 auf jede der Seiten AB, LM, und statt auf jeder Seite von einer dicken Platte, wie RZ Fig. 7, bedeckt zu werden, geschieht dieses durch Schmiedeeisen oder durch dickes Eisenblech. Da diese Platten nicht die Zapfenlöcher für die Anhaltezapfen, von denen weiter oben die Rede war, gestatten, so giebt man dem unteren Theile der Klingen und inwendig die in Fig. 11 mit A bezeichnete Form, um sie zu verhindern, über den vollen Theil N Fig. 2 hinauszugehen.

Fig. 11 stellt ein Erweiterungswerkzeug dar, dessen Klingen durch so mächtige Federn, als man nur anwenden will, von einander entfernt werden. Eine Platte K, welche in eine Stange von 50 bis 60 Centimeter Länge ausläuft, trägt an ihrem oberen Theile eine auf jeder Seite ausladende Portion f und f Fig. 13, in welche jede der Klingen H und H Fig. 11, die auf dem Stück K durch einen Bolzen befestigt sind, dessen flacher Kopf AB das Stück H fest am Stück K halten soll, eingefügt ist. Die Schraubenmutter E und E des Bolzens ist rund, um weniger Raum einzuneh-

men; die Klingen haben Schneiden von doppelter Wirkung, nämlich sie bieten auf der hohen Kante auch eine gerade Linie dar, die zur Linie der Schrägfläche des flachen Theiles senkrecht läuft. Eine Vereinigung von 2 oder 3 Federn, ähnlich den Kutschenfedern, setzt jede Klinge in Bewegung, deren Entfernung durch die Klampen Y Y y beschränkt ist, die sich am Theile A der Klinge darbieten. Die Federn sind unten an der Stange durch ganz feste Bolzen befestigt, und ihre Spannung wird beschränkt durch die in der Stange sitzenden Zapfen PPP. Letztere sind um deßhalb von Nutzen, damit die Federn, wenn sie die Klinge verlassen, sich nicht um ihre ganze Spannung entfernen, und nicht unter der Röhre ein wirkliches Werkzeug zum Ausreißen der Röhren bilden, wie ich ein solches später beschreiben will. Statt daß die Klingen von den Klampen YYy beschränkt werden, kann dieses auch geschehen durch einen Zapfen oder ein Stück mit Schwalbenschwanz, wie schon bei Gelegenheit der Figur 1 erwähnt worden.

Dieses Werkzeug leistet treffliche Dienste in einem Bohrloche ohne einstürzendes Gebirge; es kann sehr oft construirt werden und ist keiner Unannehmlichkeit unterworfen, wenn die Federn sorgfältig beschränkt werden, oder wenn sie, und dieses ist vielleicht noch besser, in dünnen Ringen enthalten sind, von denen sie zugleich mit der Stange umschlossen werden. Um das Anstoßen der Schneiden an den ausladenden Theilen der Röhre, z. B. an den Nietköpfen oder an den Verbindungsbeschlägen, wenn sich dieselben auswendig befinden, zu vermeiden, versieht man den unteren Theil der Klingen mit einem kleinen runden Knopf, welcher die Schneiden um 2 bis 3 Centimeter vom Eisenbleche entfernt hält.

Fig. 14. Wenn das Bohrloch mit Trümmern erfüllt ist, und das Erweiterungswerkzeug dennoch arbeiten soll, so befestigt man die Federn, statt von unten, nach oben, mit Hülfe zweier Bolzen mit Schraubenmuttern an der Stange des Werkzeuges; an den Klingen werden sie durch zwei Bolzen mit breitem und flachem Kopf BB befestigt, den man nicht zu scharf anzieht, um den Klingen ihre freie Bewegung zu lassen; diese Bolzenköpfe verdecken auch die elliptischen Oeffnungen, welche in den Federn angebracht werden. Es ist begreiflich, daß, wenn die kleinen Bolzen BB genau ihre Löcher ausfüllten, die Federn nicht wirksam sein könnten.

Man thut besser, zwei nicht sehr dicke Federn anzuwenden für jede Klinge, von denen die eine auf der andern liegt, als eine einzige dickere, die aber auch leichter zerbrechen kann. Wenn man Federn aus gewöhnlichem reinen Stahl fertigt, so härtet man sie in heißem Oel; aber man thut besser, sogenannten Federstahl anzuwenden, auch Stoff genannt, wie man ihn bei den Wagenbauern findet, als reinen Stahl, weil das Härten desselben leichter und weniger gefährlich ist. Wenn diese Federn in ihrer Mitte zerbrechen sollten, so entfernt sich der untere Theil nach der Seite hin und kann unter der Röhre ein Hinderniß bilden. Um die Unannehmlichkeit, welche daraus entspringen kann, zu vernichten, muß man das Ende derselben abrunden und es ziemlich entfernt von der Ausladung lassen, wo der Knopf C sitzt, damit der zerbrochene Theil sich wenden und sich von oben nach unten umkehren kann. Die zerbrochene und somit umgekehrte Feder wird wahrscheinlich wie ein Keil zwischen dem Schnabel der Klinge und dem Inneren der Röhre wirken und dazu beitragen, die

Klingen über die nothwendige Grenze hinaus einander zu nähern; da sie aber sich im Innern des Schaftes, welcher im Ganzen demjenigen der Fig. 1 ähnlich ist, sich um 1 Centimeter mehr, als für ihren Eintritt in die Röhre nöthig ist, schließen können, so wird die Gegenwart der keilartig wirkenden Feder ihrem Herausziehen kein Hinderniß in den Weg legen.

Fig. 13b. Zwei Schenkel **AB**, **AC** von 1 Meter Höhe und 5 bis 6 Centimeter Seitenfläche können ganz einfach einen Meißelbohrer mit Federn abgeben. Um ihnen Widerstandsvermögen gegen die Drehung zu verleihen, so verwahrt man das Innere der Gabel mit einem Streifen aus starkem Eisenblech **Abd** Fig. 13b, **aabb** Fig. 12b und **abcd** Fig. 15, welcher an den Schenkeln durch Niete in Abständen von 10 Centimetern befestigt wird; die Schenkel endigen in Schneiden **kk** Fig. 15, die in der Richtung des Durchmessers und nach dem Umfange des Loches angeordnet sind, wie ich sie schon früher angegeben habe. Man drückt die Schenkel zusammen, um sie in die Röhre einzuführen, und ihre eigene Elasticität breitet sie im Bohrloche wieder aus. Die Schenkel nehmen die Breite des Bohrloches oder ziemlich so von **f** nach **G** ein Fig. 12b.

Das Unangenehme bei diesem einfachen Werkzeug, welches sich übrigens nur für nicht sehr hartes und schwieriges Gebirge eignet, besteht darin, daß es einen langen Lauf von der Basis der Röhre bis zu der in Angriff zu nehmenden Oberfläche erheischt. Diese Unannehmlichkeit verschwindet, wenn die Röhre nicht sogleich bis auf die genannte Oberfläche hinabsteigen soll, um das Entweichen der beweglichen Trümmern zu verhindern, welche das Bohrloch anfüllen.

Wie mächtig nun auch die Federn eines Erweiterungswerkzeuges sind, so ist doch das Gewicht noch mächtiger, um sie zum Nachgeben zu bringen und den Klingen das Schließen zu ermöglichen, wenn auch nicht gänzlich, doch wenigstens um einen solchen Betrag, daß sie nicht streng den gewünschten Durchmesser einnehmen, d. h. denjenigen der Röhre und noch 1 bis 2 Centimeter darüber. Es leuchtet von selbst ein, daß, wenn die seitenständigen Schneiden der Klingen abgerundet sind, daß, wenn außerdem diese Klingen schon angegriffene Gesteine finden, die Last des Bohrers, welche auf die Klingen zum Zertrümmern dieser Gesteine wirkt, in zwei Kräfte zerlegt werde, deren Resultate die Klinge gegen den Mittelpunkt des Bohrloches treibt, und sie über das Gestein ohne Nutzeffect gleiten läßt. Ein Erweiterungsbohrer erfüllt folglich nur dann vollständig alle Bedingungen, für gewisse Gebirgsarten wenigstens, wenn seine offenen Klingen unveränderlich ihre Lage behalten. Die Bohrer mit Gabelschloß und Bolzen, welche wegen ihrer zahlreichen Uebelstände verworfen worden sind, würden eine nützliche Anwendung bei der vorliegenden Erweiterung finden, weil sie die Mittel darbieten, Erweiterungswerkzeuge auf eine sehr einfache und zugleich sehr feste Weise zu construiren. Da man aber nicht ohne große Unkosten bei derselben Bohrarbeit Bohrer verschiedener Art haben kann, von denen besonders einige nur in Ausnahmefällen Anwendung finden, so will ich mich darauf beschränken, den Erweiterungsbohrer mit festen Klingen zu beschreiben, welcher, nebst dem Bohrer mit gewöhnlicher Schraube, mir ein recht gutes Werkzeug zu sein scheint.

Fig. 20, Taf. 12. Eine Stange **ABC**, welche eine Schraube **C** trägt, endigt mit einem Kegel **D**, welcher mittelst eines Zapfens an ihrem

cylindrischen Ende eingesetzt ist. Ihr Gestemme B besteht an der unteren Seite aus einem Schneckengang, so daß es einen Anhaltepunkt auf der Tülle KK von derselben Form darbietet, wie dieses an einem andern Werkzeuge Taf. 14, Fig. 6 und 7 ersichtlich ist. Dieser Anhaltepunkt soll bewirken, daß die Schraube nicht zu fest auf die Tülle aufschraube, und daß man sie durch die geringste nach links wirkende Kraft wieder los schrauben kann. Die massive Tülle KK, statt bis nach Y sich fortzusetzen, ist in Gestalt eines Zapfenbandes ausgeschnitten, so daß sie den Klingen GGG'hhh' Aufnahme gewährt, die um einen starken Bolzen mit versenktem Kopfe f in der Art beweglich sind, daß, wenn die kurzen Theile G, h von einander entfernt sind, auch die unteren Theile h'G' verhältnißmäßig zu den von den ersteren durchlaufenen Kreisbogen ebenfalls von einander entfernt sind. Die Stücke P, b, d verschließen von der Seite das Zapfenband oder das Zapfenloch unter seiner Tülle und geben Anhaltepunkte für die allzu große Entfernung der Klingen, wie auch Widerstandspunkte für die Stöße ab, welche sie erfahren. Das Zapfenloch ist auch in Y durch ein einziges Stück verschlossen, welches eingesetzt und durch Bolzen mit verlorenen Köpfen SS befestigt ist. Die Schneiden sind einfach, wie Gh', oder zusammengesetzt, gleich denen, von welchen ich in Fig. 5, 11, 13b und 15 gesprochen habe; aber sie sind gekrümmt nach der aus dem Punkte f beschriebenen Peripherie. (Die Zeichnung giebt einen Durchschnitt der Tülle und ihres folgenden Theiles; die Stange und die Klingen habe ich undurchschnitten gelassen.)

Wenn man dieses Erweiterungswerkzeug ins Bohrloch bringt, so befindet sich die Schraube in der Höhe ihres Laufes und kann die Tülle nicht verlassen, weil der Kegel sich durch einen kleinen cylindrischen Theil, wie in E Fig. 19 dem widersetzt. Ich habe diesen Theil weiter oben Fig. 20 zu erwähnen vergessen; die Klingen sind in ihr gemeinschaftliches Zapfenloch eingetreten. Sobald sie nun die Stelle erreicht haben, welche man erweitern will, so dreht man vorher die Schraube nach rechts und der Kegel, indem er zwischen die kleinen Schenkel vorrückt, öffnet die großen zu gleicher Zeit, bis die einen und ein Theil der anderen der anhaltenden Oberfläche begegnen, von welcher weiter oben die Rede war. Man kann sich immer darauf verlassen, daß die Klingen sich öffnen werden, weil sich das Werkzeug niemals dreht, ohne irgend einem Hindernisse zu begegnen, und wie gering auch dieses letztere sein möge, so muß die Schraube ihre Wirkung thun, wenn man zu schlagen aufhört. Man zieht das Werkzeug zurück, bis seine Klingen unter der Röhre Widerstand leisten; hierauf senkt man es ein Wenig, etwa um zwei Centimeter, und dreht dann links. Da nun die Schraube frei ist, während diejenigen der Stangen fest angezogen sind, so wird sie sich, sobald man nach links dreht, losschrauben, und die Klingen schließen sich.

Bloß für einen Durchmesser von 15 bis 16 Centimeter kann dieses Werkzeug ganz fest construirt werden: der Zapfen f kann 4 Centimeter Durchmesser und das Oehr der Klingen soviel Durchmesser bekommen, als man ihm lassen kann, um den Stücken Pbd hinlänglichen Widerstand zu verleihen. Endlich kann die Dicke der Klingen, für einen Durchmesser von 16 Centimeter, 8 Centimeter Durchmesser haben, so daß die Oehre 4 Centimeter bekommen.

Man kann auch noch, um der Anstrengung zu widerstehen, welche die

Klingen durch den Schlag erfahren, sie mit schwalbenschwanzförmigen Stücken, oder mit einfachen Zapfen, wie diejenigen der Fig. 5, versehen. Dieses Erweiterungswerkzeug hat vor denen mit Federn den Vorzug, daß es nicht bloß unveränderlich ist, sondern daß es auch die Röhren nicht beschädigt, was die ersteren thun, wenn man nicht die größte Vorsicht anwendet.

Der Obersteiger Hr. Kind wendet zwei Arten von Erweiterungsbohrern an, die aus zwei Schenkeln, mit Gelenken versehen, zusammengesetzt sind, und die von einander durch die Wirkung eines zwischen ihnen sitzenden eisernen Keiles, welcher am Ende des Seiles des Löffelbohrers mit Ventil befestigt ist, von einander entfernt werden. Der eine dieser Bohrer wirkt durch Schläge auf das Gestein von oben nach unten. Bei den anderen sind die Bohrerschneiden nach oben gerichtet, sodaß er auf das Gestein wirkt, wenn man ihn emporhebt. Letzterer dient, um harte Gesteinsvorsprünge zu zerstören, die noch unter der Röhre geblieben sind, nachdem man schon das Bohrloch in seinem unteren Theile mit dem ersten Bohrer erweitert hat.

Dieser letztere besteht aus zwei articulirten Schenkeln mit Scharnieren in B Fig. 21 und 22, Taf. 12. Jeder derselben läuft nach unten in einen abgerundeten Theil c c aus, der mit einer scharfen und nach oben gerichteten Schneide versehen ist; d ist ein Laufring, welcher die Entfernung der beiden Schenkel beschränkt, und wenn er ganz unten am Werkzeug angelangt ist, die Schneiden bedeckt. Der Keil e, mit Eisenblech f versehen, welches ihm als Führung dient, hängt an einem Ring, und dieser ist an einer Gabel befestigt, deren Stange an das Seil des Löffels mit Ventil geschlungen ist.

Wenn dieser Bohrer am unteren Ende der Stangen befestigt und ebenso der Keil an seinem Seile befestigt ist, so läßt man das Seil schlaff hängen. Der Keil fällt zurück, die Schenkel nähern sich einander, und man bringt das Werkzeug unter die Röhre. Sobald es hier angelangt ist, hebt man den Keil durch Spannung des Seiles, welches man am Bohrwirbel festschlingt, und die Schneiden des Bohrers greifen dann das Gestein an, sobald man dem Bohrer eine verticale Bewegung von unten nach oben ertheilt. Auf diese Weise beseitigt man die letzte harte Gesteinsvorragung, auf welcher die Röhre sitzt, welche man dann durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten niederbringen kann.

Erweiterungswerkzeuge, welche durch Drehen in Bewegung gesetzt werden.

Taf. 12, Fig. 8 und 9. Eine Stange AB, welche in ein Zapfenband endigt, worin sich zwei Klingen G D, C D um eine Achse X bewegen, die durch eine doppelte Feder PSK getrieben werden, bilden die sogenannte Krebsscheere (patte d'écrevisse). Die Backen des Zapfenbandes werden fest gehalten 1) durch die Achse des Bolzens X; 2) durch den Bolzen X', welcher auch die Feder festhält; und 3) durch einen dritten Bolzen X''. Die Klingen sind mit Schneiden versehen, um den Thon und die Kreide abzulösen, für deren Beseitigung dieses Werkzeug ganz eigentlich bestimmt ist. Es löst auch einige Gesteinsnieren oder Gesteinsspitzen ab, sobald sie nur nicht zu fest sitzen.

Die Krebsscheere mit Feder ist ein altes Werkzeug, welches ich ein Wenig verändert habe. Man kann ihm Festigkeit geben, wenn man sein

Zapfenband bis an das Ende der Klingen verlängert, und größere Kraft, wenn man es mit Seitenfedern versieht, wie Fig. 14.

Man muß die Klingen so anbringen, daß die halben Eisenstärken des Oehres der Klingen der Bewegung, welche man dem Bohrer ertheilt, ganz entgegen gerichtet sind, auch muß man die Spannung der Federn an der Grenze des gewünschten Durchmessers erhalten; denn wenn die Klingen sich so weit von einander entfernten, daß sie die Backen des Zapfenbandes verlassen, so könnten sie durch eine geringe Anstrengung im Oehr abbrechen. Ich habe in der Figur einen der Backen im Durchschnitt gegeben, um die Klingen bloß zu legen.

Die Figuren 16 und 17, Taf. 12 stellen zwei Glückshaken mit Scharnier dar. Man hat ihnen diese Benennung gegeben, weil sie, zur Hälfte geschlossen, einem gewöhnlichen Glückshaken ähnlich sind. Die erste Figur 16 besteht aus einer Stange AB und endigt mit einer Klinge C, deren untere Kante bis auf 1½ oder 2 Centimeter den Durchmesser des Bohrloches hat. Diese Klinge kann nur drei Centimeter Dicke und bloß zwei ausladende und abgerundete Theile DD′, ee′ haben, zwischen welche man den Flügel H einsetzt, den man mittelst eines Bolzens fg von drei Centimeter, wenn es der Durchmesser gestattet, befestigt, und um welchen sich die Klinge in einem Bogen dreht, der bloß durch die Oeffnung bestimmt wird. Der Flügel ist mit einem Absatz oder Fuß yy′, Fig. 18 versehen, welcher sich gegen die Ausladung legt, die ihm der zwischen den beiden Backen DD′, ee′ vorragende Theil darbietet. Dieser Theil ist bloß eingeschnitten, damit ein Schwanz j Raum findet, der mit dem Flügel ein Ganzes bildet, und den die Feder JK, die an der Stange des Werkzeugs befestigt ist und durch einen zweiten Zapfen m gehalten wird, drückt, um den Flügel zu öffnen. Der Seitentheil des Flügels nimmt nur den Durchmesser des zu erweiternden Bohrloches an seiner unteren Portion an; weiter oben geht er über in den ersten Backen DD′, damit man keine Schwierigkeit habe, ihn wieder in die Röhre zurückzuziehen. Dieses Werkzeug scheint mir um deßwillen gut, weil die Klinge durch die Feder JK offen erhalten wird, und weil sie alsdann keiner Unannehmlichkeit ausgesetzt ist, wegen der Neigung der äußern Kante des Flügels und der geringen Größe des Bolzens ab, der ihr verstattet, sich leicht zu schließen.

Das Werkzeug Fig. 17 ist dem vorhergehenden ähnlich, nur daß sein Flügel nicht durch den Druck einer Feder sich zu öffnen genöthigt wird, und weil seine Klinge aus dem nachfolgenden Grunde länger ist: wenn der Flügel des Werkzeuges unter die Röhre gelangt und eine lange, in letzterer zurückbleibende Klinge ihm nicht als Führer dient, so entfernt er sich über den Umfang hinaus, den man erreichen will, und dieses ohne einen anderen Zweck, als um auf Bruchstücke des Gebirges zu wirken, welche dem Hinabgleiten der Röhre nicht nachtheilig sein würden, weil sie sich von ihr entfernt befinden. Mit einer langen Klinge dagegen, welche den Flügel nöthigt, einen Umfang zu beschreiben, welcher demjenigen der Röhre concentrisch ist, braucht man weniger Kraft anzuwenden, um das Werkzeug zu drehen, weil der Flügel nur auf die Gesteinsspitzen wirkt, welche in den Röhrenumfang hineinreichen. Man kann also mit diesem Werkzeug bis unter die Röhre dringen, bis die Klinge das Werkzeug verläßt, auch kann man dann sicher sein, daß das Werkzeug so aufräumen werde, daß die Röhre tiefer hinabrücken kann.

Nur aus Vorsicht bemerke ich hier, daß der obere Theil der Klinge abgerundet sein müsse. Diese Form hat zwar den Nachtheil, daß die Klinge eine Gesteinsniere oder einen Gesteinssplitter, auf welchem die Röhre unmittelbar aufsitzt, nicht erreichen kann, erleichtert aber das Zurücktreten der Klinge in die Röhre. Man kann, wenn es der Fall erheischt, den Flügel geradlinig machen, indem man an seine horizontale Oberfläche eine Schrägfläche anfeilt, so daß sie bei einer Bewegung nach links in die Röhre zurücktritt. Ich bezeichne auch auf der Klinge zwei ausladende Theile, für den Sitz des Flügels und seines Bolzens. Man kann sie vermeiden, indem man hinlänglich dickes Eisen z. B. von 4 — 5 Centimeter nimmt. Das Werkzeug ist auf diese Weise leichter zu construiren. Es genügt, in das Ende der Klinge ein Loch von 2 bis 3 Centimeter zu bohren und zwar für den Durchgang des Bolzens, der in die zur Aufnahme des Flügels ausgeschnittene Klinge selbst geschraubt wird. Der Rücken des letzteren, wenn er geöffnet ist, drückt gegen den Einschnitt, welcher in der Klinge angebracht ist.

Der geradlinige Flügel ist in folgendem Falle nützlich: in einem Gebirge, wo die Gesteinsbruchstücke nicht fest in Thon oder Mergel eingelagert sind, kann die Röhre, nachdem sie um 1 oder 2 Meter tiefer gesunken ist, in Folge der Thätigkeit des Erweiterungswerkzeuges, plötzlich von einem dieser Bruchstücke aufgehalten werden. Wenn nun die Röhre frei ist und bloß durch ihre eigene Schwere bis auf den widerstandleistenden Körper niedergesunken ist, so hebt man sie um 30 Centimeter, bringt dann das Erweiterungswerkzeug ein, um das Bruchstück wegzuräumen. In diesem Falle bietet sich keine Schwierigkeit dar. Ist aber dagegen die Röhre gewaltsam durch Schläge des Rammklotzes niedergetrieben worden, so daß es großer Anstrengung bedarf, um sie zu heben, so ist man wohl genöthigt, sie auf dem Gesteinsbruchstücke sitzen zu lassen und letzteres mit dem Werkzeug, von welchem die Rede ist, wenn man kein anderes zur Verfügung hat, abzulösen oder aus dem Wege zu räumen.

Fig. 19. Die Krebsscheere mit Schraube hat große Aehnlichkeit mit dem weiter oben beschriebenen Meißelbohrer mit Schraube; sie unterscheidet sich indessen von ihm dadurch, daß die Flügel um einen Zapfen beweglich sind, welcher am unteren Theile des cylindrischen Zapfenbandes befestigt ist, und weil sie nur darauf berechnet ist, durch Rotation zu arbeiten, weßhalb auch die Flügel gekrümmt sind und ihren größten Durchmesser nur gegen die Mitte hin darbieten. Diese Flügel werden geöffnet durch die Schraube C, die mit einem eingesetzten Kegel D endet, welcher durch einen Stift e befestigt ist. Ihre Entfernung wird beschränkt durch die Stücke N N, welche in das Zapfenband eingesetzt oder in demselben reservirt sind. Sie sind, gleich denen der Krebsscheere mit Federn, mit Schneiden versehen. Wenn einer dieser Flügel in der Mitte zerbräche, so könnte der untere zurückbleibende Theil einen Röhrenausreißer abgeben, und zum Herausnehmen der Röhre nöthigen; aber ein solcher Bruch ist fast unmöglich, da dieses Werkzeug, um Festigkeit zu besitzen, einen Durchmesser von 12 bis 15 Centimetern erheischt, der zugleich auch gestattet, den Flügeln eine große Dicke zu geben. Ihre Entfernung kann übrigens nicht allein durch die Stücke NN, sondern auch durch die weiter unten angebrachten Zapfen, ähnlich denen der Figur 5, beschränkt werden.

Dieses Werkzeug kann mit Nutzen angewendet werden in der Boh-

rerröhre, um die Gesteinsspitzen zu beseitigen, welche dem Einziehen einer Sicherheitsröhre im Wege stehen. Statt den Flügeln die Gestalt einer Curve zu geben, kann man sie auch mit Schneiden versehen, sodaß sie von unten nach oben wirken, und dann kann man mit Hülfe des leichten Drahtseiles leicht ein Gestein zertrümmern, indem man von unten nach oben schlägt, während, wie wir später finden werden, die Bohrröhre der Stange des Werkzeuges die rotirende Bewegung mittheilt, deren man hier bedarf.

Figur 4, Tafel 15. Man kann auch ein Erweiterungswerkzeug für mildes und leicht zu bearbeitendes Gebirge aus zwei gekrümmten Stangen zusammensetzen, von denen sich die eine auf der andern um eine Achse O bewegt. Die untere Stange läuft in ein Messer A aus, welches in das Zapfenband der oberen Stange eintritt. Da nun letztere mit allen Stangen über ihr auf die untere Stange drückt, so wird der Winkel BoD spitziger, und das Messer drückt immer stärker gegen das Gebirge und löst letzteres ab, wenn die Stangen umgedreht werden.

Die Figuren 2 und 3, Werkzeuge darstellend, mit welchen man Röhren zerschneidet, und welche ich in diesem Capitel beschreiben will, könnten auch in mildem Gebirge als Erweiterungswerkzeuge angewendet werden; aber sie sind für diesen zweiten Zweck weniger geeignet, als für den ersten.

Nachdem ich einen großen Theil der Werkzeuge beschrieben habe, die man zum Einziehen von Sicherheitsröhren benutzen kann, wende ich mich nun zu denen, die man in Anwendung bringt, um dieselben ganz oder theilweise einzuziehen.

Werkzeug zum Ausreißen der Röhren.

Die Sicherheitsröhren widerstehen häufig dem stärksten Ziehen, welches man in Anwendung bringt, um sie aus dem Bohrloche heraus zu bringen; mehrere Ursachen halten sie darin fest: 1) einfache Reibung der anhaftenden Schichten; 2) der horizontale oder schräge Druck, den der Thon und der Mergel ausüben; 3) ihre genaue Berührung mit trockenem Mergel, oder milden Gebirgsarten, die ohne vorläufige Erweiterung des Bohrloches abgeschnitten worden sind. Der Sand hält die Röhre durch Reibung, der Letten, Thon oder Mergel durch Anhaften oder durch transversalen Druck zurück; der letzte Fall ist endlich derjenige eines steifen, durch heftige Schläge in ein widerstandleistendes Mittel eingerammten Körpers. Welches übrigens auch der Durchmesser eines Bohrloches sein möge, so ereignete es sich sehr oft, daß die Röhren in demselben einen so starken Druck erfahren, als ob sie von vorn herein nicht freier gewesen wären, und zwar weil die beweglichen Schichten immer mehr einstürzen. Ebenso verhält es sich mit gewissen Thon- und Mergelarten. In diesen beiden Gebirgsarten führt man kein eigentliches Bohrloch aus, sondern bahnt nur der Röhre einen Durchgang. In mildem und dichtem Gebirge sitzen die Röhren ebenfalls fest, wenn sie seit langer Zeit eingezogen und die Arbeiten nicht eingestellt worden sind. Die Schwingungen der Bohrstangen theilen sich der Röhre mit, lösen nach und nach das Gebirge ab, und erfüllen endlich den ringförmigen Raum zwischen der Röhre und dem Bohrloche mit Trümmern. Das Herausziehen einer Sicherheitsröhre wird bewerkstelligt: 1) indem man an dem oberen Theile der Röhre stark zieht;

2) indem man die Röhre unter ihrer Basis ergreift und sie nach aufwärts zieht; 3) indem man an beiden Enden zugleich zieht; 4) indem man die Röhre in Längen aufschneidet, welche von der Zähigkeit des Gebirges abhängig sind, und indem man diese Theile einzeln oder mehrere zugleich emporzieht, nachdem man sie um eine kleine Quantität gehoben hat.

Das erste Verfahren besteht darin, den Kopf der Röhre mit weichen Seilen fest zu umschlingen, und diese dann mittelst des Haspels oder durch Schwengel zu heben. Für die anderen Verfahrungsarten bringt man folgende Werkzeuge in Anwendung.

Figur 1, Tafel 14. Das einfachste Werkzeug, auf welches man verfallen konnte, eine Röhre auszuziehen, indem man sie an ihrer Basis ergreift, ist ein Haken B; man bringt ihn um 1 Decimeter unter die Röhre und dreht ihn ruckweise mittelst eines Drehhebels, während man ihn zugleich so schnell wie möglich emporhebt; diese Schwingungen bringen ihn über den Umfang der Röhren-Basis hinaus, und er ergreift die letztere. Bei großen Durchmessern biegt man ein wenig die Stange dieses Werkzeuges. Es hat den Nachtheil, die Basis der Röhre oval zu machen oder zu verunstalten, indem es das Eisenblech gegen den Mittelpunkt hinzieht, sobald dieses nicht durch ein starkes eisernes Beschläge verhindert wird.

Figur 2, Tafel 14. Ein zweites Werkzeug, nicht so gut als ersteres und von gefährlicher Anwendung, besteht aus einer Stange mit einem Zapfenbande MN endigend, welches unten geschlossen ist, und in welchem zwei Haken AA sitzen, die um einen gemeinschaftlichen Bolzen oder um zwei Bolzen beweglich sind, von denen der eine über dem anderen sitzt. Wenn die Haken offen sind, so liegen sie auf dem massiven Theile des Zapfenbandes oder auf zwei Klampen, welche denselben Zweck erfüllen. Wenn das Werkzeug in der Röhre hinabsteigt, so heben sich die Haken in XX; sind sie unter die Röhre gelangt, so fallen sie nieder und nehmen die Röhre auf ihre horizontalen Flächen. Das Schließen der Haken wird, wenn man will, durch zwei kleine Zapfen CC beschränkt.

Der Nachtheil dieses Werkzeuges besteht darin, daß es in dem Falle, wo sich die Röhre, trotz aller Anstrengung, nicht ausziehen läßt, weder geschlossen, noch aus der Röhre herausgezogen werden kann. Es ist also vorsichtig gehandelt, es nur zum Herausziehen solcher Röhren anzuwenden, wo man des Erfolges sicher ist; auch muß man dafür sorgen, den Haken so wenig als möglich Dicke zu geben, um nicht das Blech zu zerschneiden, denn dann würde man die Röhre ihrer ganzen Länge nach spalten, ohne das Heben derselben zu bewirken.

Figur 3, Tafel 14. Zwei Stangen AB, AB, welche sich vermöge ihrer eigenen Elasticität auf einen größeren Durchmesser als denjenigen der auszuziehenden Röhre öffnen, bilden ein anderes Werkzeug zum Herausreißen der Röhren von sehr einfacher Ausführung; es beschädigt nicht die Basis der Röhre, wie der einfache Haken Figur 1, aber es hat einen Nachtheil, weßhalb es ganz verworfen werden muß, und zwar den, daß es im Bohrloche sitzen bleibt, wenn die Röhre trotz aller Anstrengung nicht herausgezogen werden kann. Diese Schwierigkeit verschwindet indessen, wenn die Oeffnung der Röhre noch einen kleinen Bohrer neben dem in derselben bereits befindlichen, durchläßt, wozu ein Durchmesser von 12 bis 14 Centimeter erforderlich ist. Man befestigt alsdann an dem kleinen Bohrer ein Stück Röhre oder einen Ring D, in welchen man den erste-

ren Bohrer eintreten läßt; das Gewicht des kleinen Bohrers f schiebt den Ring auf den Schenkeln hinab und nöthigt dieselben sich zu schließen. Da übrigens die Schenkel dieses Werkzeuges nur 2½ Centimeter ins Gevierte haben können, so läßt sich ihre Elasticität durch das Gewicht einer etwas langen Röhre überwinden, die an einem Seile aufgehangen wird. In solchem Falle kann das Instrument in einer Röhre, die nur 10 Centimeter Durchmesser hat, wieder ausgezogen werden.

Figur 4. Für große Durchmesser ist dieses, dem vorhergehenden ähnliche, Werkzeug von sehr bequemer Anwendung. Einer seiner Schenkel ist fest und trägt ein Zapfenband A, in welchem sich der zweite um den Bolzen q bewegt. Gegen den unteren Theil der Schenkel ist ein Querstück CD angebracht, welches sich in einem Scharnier bewegt, dessen Schenkel XX′ an der festen Stange des Werkzeuges befestigt ist; das andere Ende D des Querstückes trägt ein Zapfenband, welches den beweglichen Schenkel des Werkzeuges umfaßt, und in welchem sich ein Frictionsrädchen R dreht, wenn man auf die Stange drückt, um dieselbe von der anderen zu entfernen. Endlich in Q ist ein kleiner Ringnagel angebracht, durch dessen Ring ein Seil OZ geführt ist, dessen Ende zu Tage geht. Aus dieser Darstellung ergiebt sich, daß man, um das Werkzeug zu schließen, nur das Querstück zu heben braucht, und daß die bewegliche Stange durch ihr eigenes Gewicht der festen Stange sich nähert.

Figur 6. Die Werkzeuge zum Ausreißen der Röhren, von denen ich eben gesprochen habe, eignen sich besonders für große Durchmesser; das in Figur 6 dargestellte Werkzeug kann auf eine feste Weise für Röhren construirt werden, die nur einen Durchgang für Werkzeuge von 5 Centimetern Durchmesser gestatten; ich habe es ausführen lassen zur Ausziehung eines zerbrochenen Steigrohres im Bohrloche der Saline von Sarralbe; eine Stange BCDE, versehen mit einem Gestemme C, in welches unten ein Schneckengang eingeschnitten ist, der einen Abfall von der Höhe des Schraubenganges D erzeugt, endigt in einen angesetzten conischen Theil ij, welcher durch zwei Niete festgehalten wird. Die lange Schraube bewegt sich in einer Tülle von der ganzen Höhe der Stange; sie ist von aa an der Länge nach gespalten und ein wenig schwach ausgeführt (der Maßstab im 10. Theile der wirklichen Größe, giebt übrigens die Dimensionen aller Theile des Werkzeuges). In der durch die Figur angegebenen Lage nehmen der doppelt conische Theil und die aufgetriebenen Backen ll der auf die Länge eines Meters gespaltenen Tülle denselben Durchmesser ein. Wenn das Werkzeug unter den Muff oder unter die Linie der Niete herabgestiegen ist, wo man die Röhre ergreifen will, so dreht man die Schraube dergestalt, daß der conische Theil zwischen die Backen ll tritt und letzteren einen immer größeren Durchmesser giebt. Man drückt auf diese Weise die Wände der Röhre mit so viel Kraft, als der Durchmesser der Stange vertragen kann, welcher für die kleine Röhre, von der ich gesprochen habe, 5 Centimeter Durchmesser besitzt; alsdann beginnt man, an der Röhre zu ziehen. Die Tülle ist an ihrem oberen Theile mit einem Ausschnitt A, gleich demjenigen des Gestemmes, versehen, sodaß die Schneiden des einen und des anderen sich begegnen, wenn die Schraube, da das Werkzeug während des Hinabsteigens geschlossen ist, am unteren Theile ihres Laufes sich befindet. Dieser Anhaltepunkt ist für den Zweck angebracht, damit man die Richtung des Werkzeuges verändern könne, ohne die Schraube

anzuziehen, damit man auf diese Weise nicht genöthigt sei, zu viel Kraft anzuwenden, sobald es sich nöthig macht, dieselbe zu seiner Zeit und an seinem Ort loszuschrauben.

Für den kleinen Durchmesser von 5 Centimetern ist die Schraubenspindel aus Stahl.

Wenn die Röhre inwendig glatt ist, so muß man bei Anwendung dieses Werkzeuges einen Bohrer mit Gabelverbindung haben, oder auch wohl einen Bohrer mit Schraubenschloß, welches noch besonders befestigt wird. Hat man eine Röhre mit inneren oder äußeren Beschlägen, an denen die Nietnägelköpfe so wenig ausladen, wie dieses immer der Fall zu sein pflegt, so kann man einen Bohrer mit gewöhnlicher Schraube anwenden, indem man sorgfältig darauf sieht, alle Stangenschlosse gut mit Hanf zu umwickeln und stark anzuziehen.

Die Tülle kann construirt werden, wie eine glatte Scheide von vorn herein, welcher man auf der Drehbank die gewünschte Form giebt; die Schenkel erhält man durch einen Sägeschnitt in der Längenrichtung; oder man kann sie auch in Gestalt eines Zapfenbandes strecken und sie warm über einem Dorn mit Hülfe von Ringen, die man von einem Ende zum andern treibt, cylindriren; um sie abzudrehen, läßt man die Ringe an ihrer Stelle.

Die Backen ll sind mit Kerben Figur 6b versehen.

Dieses Werkzeug kann mit großer Ersparniß für mehrere Durchmesser benutzt werden, denn die Schenkel al, al können beliebig durch die immer größer werdenden conischen Theile, die man leicht auf der Stange ansetzt, von einander entfernt werden. Für große Durchmesser könnte man die Länge der Schenkel vergrößern; für Röhren von 16 — 30 Centimeter Durchmesser würden sie 2 bis 2½ Meter Länge erhalten; es würde unnütz sein, ihnen die Form zweier hohler Halbcylinder, wie in dem gegenwärtigen Falle, zu geben, indem zwei Stangen, aufgetrieben in ll, ausreichend sein würden.

Einige preußische Ingenieurs wenden Werkzeuge zum Ausreißen der Röhren an, wie sie in Figur 16 und 17, Tafel 14 dargestellt sind. Das erste besteht aus einem hölzernen mit Eisen beschlagenen Stöpfel, welcher an einer Stange CC durch einen Absatz D und eine Schraubenmutter f befestigt ist, und die Form eines umgewälzten Ellipsoids besitzt, welches an beiden Enden abgeschnitten ist und in seinem größten Kreise den Raum der Röhre einnimmt, bis auf den nothwendigen Zwischenraum, um in der Röhre hinabsteigen zu können. Ist man mit dem Werkzeug an dem Ende angelangt, wo man die ganze Röhre zu ergreifen und empor zu heben gedenkt, so stürzt man auf den Stöpfel Sand, anfangs ein wenig groben, dann feineren, sodaß der Stöpfel davon bedeckt ist. Die Zwischenlagerung dieses Sandes zwischen den Stöpfel und die Röhre erzeugt einen beträchtlichen Widerstand, mit dessen Hülfe die Röhre herausgezogen wird. Wenn dieselbe den stärksten Zugkräften, welche nur die Stangen auszuhalten vermögen, widersteht, so giebt es kein anderes Mittel, den Stöpfel frei zu machen, als ihn unter die Röhre zu treiben, wo er tiefer einen leeren Raum finden wird, sodaß auch der Sand bei Seite fallen kann. Diese Möglichkeit stellt sich indessen nicht immer ein, und die Anwendung dieses Werkzeuges zum Ausreißen der Röhren, besonders in der Hand eines nicht sehr vorsichtigen Bohrmeisters, scheint mir gefährlich zu sein.

Ich gebe dem Figur 17 dargestellten Werkzeuge, welches auch für große Durchmesser anwendbar ist, den Vorzug. Es besteht aus einem Kegel FF, welcher zurückgehalten wird durch ein Gestemme und eine Schraubenmutter, die bestimmt sind, die dünnen Bretter oder Dauben cd, cd, die faßartig um einen eisernen Reif NP herum geordnet sind, von einander zu entfernen. Der untere Theil dieser Bretter ist mit Keilen ee versehen, deren Flächen sich auf den Kegel legen. Der Cylinder beweglicher Brettchen oder Dauben steigt zu gleicher Zeit nieder mit dem Bohrer, der den Kegel trägt, und zwar mit Hülfe eines Seiles, welches in zwei Theile ab, ab getheilt ist. Sobald der Kegel die gehörige Tiefe erreicht hat, wird das Seil an der Bodensohle angehalten, und man hebt den Kegel mittelst des Haspels; die Dauben werden durch den Kegel gegen die Wandungen der Röhre gedrückt, die man auf diese Weise aus dem Bohrloche glücklich herausziehen wird. Sitzt sie in demselben zu fest, so macht man sogleich den Kegel frei, indem man den Bohrer tiefer hinabtreten läßt, und man zieht Alles heraus, um andere Mittel in Anwendung zu bringen; oder man läßt die Röhre im Bohrloche sitzen, wenn die Arbeiten fortgesetzt werden können, ohne daß man diese Röhre herauszuziehen braucht.

In Figur 18 ist ein Werkzeug dargestellt, dessen man sich sonst bediente, um hölzerne Röhren auszuziehen; es ist eine Art Schraube mit scharfem Gewinde. Heut zu Tage ergreift man die Röhren immer unter ihrer Basis, um sie auszuziehen. Wäre man indessen genöthigt, sie Stück für Stück aus dem Bohrloche zu ziehen, so könnte man dieses Werkzeug oder einige von den schon früher beschriebenen anwenden.

Die Figuren 7 und 9 stellen zwei Werkzeuge zum Ausreißen der Röhren mit horizontalen Zähnen dar; das erste Figur 7 hat zwei Zähne bb, welche in den Einschnitten dc, dc sitzen. Wenn das Werkzeug geschlossen ist, so sind die Klingen in ihre Ausschnitte zurückgetreten; geöffnet legen sich die Klingen gegen die Punkte cc. Sie werden festgehalten durch zwei Bolzen, welche in die Masse A geschraubt sind, der man viel weniger Höhe, als die Figur angiebt, ertheilen kann. Mit Klingen oder Flügeln, gleich denen KK, dient dieses Werkzeug zum Ausziehen der Röhren, indem es unter ihrer Basis wirkt. Man bewirkt das Oeffnen der Klingen, indem man den Bohrer stoßweise dreht. Das zweite Werkzeug Figur 9 hat nur einen Zahn oder Flügel und trägt einen schiefen Kegel K, der an den Körper des Werkzeuges durch einen Schraubenbolzen l angesetzt ist. Man wendet es an zum Ausziehen einer verlorenen Röhre, indem man die Stange etwas krümmt, sodaß der Scheitelpunkt des Kegels nach einigen Versuchen die Mündung der gedachten Röhre findet.

Die Röhren lassen sich auch von außen ergreifen, ja man ist sogar häufig genöthigt, so zu verfahren, wenn eine zerbrochene Röhre sich im Bohrloch geneigt hat, und die Fangwerkzeuge schon ihre Mündung durch Umlegen des Bleches verschlossen haben. Ich will jetzt einige der vielen Werkzeuge angeben, welche dieser neue Fall und andere ihm analoge erheischen.

Der Glückshaken mit Scharnier Figur 18, Tafel 13, zusammengesetzt aus einem gewöhnlichen Glückshaken und einer Spitze A mit einem Scharnier in cD, dient zum Ausziehen der in der verticalen Linie schief liegenden Röhre. Die Oeffnung P ist kreisförmig, und ihre Wandungen kön-

nen mit kleinen chagrinartigen Erhöhungen besetzt sein, um desto besser die Röhre fest zu halten, welche durch die Spitze A in diese Oeffnung gebracht worden ist. Wenn die eisernen Beschläge der Röhre auswendig und die Nietnägel ausladend sind, oder wenn sie mit Bolzen versehen worden ist, so wird die ergriffene Portion mit diesem Werkzeug unfehlbar ausgezogen werden, welches keinen Fehler hat, indem man es nur nach links zu drehen braucht, worauf sich die Spitze A sogleich nach dem Mittelpunkte des Glückshakens hin zusammen legt.

Das Werkzeug Figur 21 ist auch in demselben Falle angewendet worden; es vermag auch eine gegen die Bohrlochswand geneigte Röhre aufzuheben; es erheischt eine große Festigkeit; man muß es aus weichem Eisen construiren und darf ihm in A beim Krümmen keine scharfe Ecken geben.

Die Figur 22 giebt ein sehr einfaches und untrügliches Mittel an, ein Röhrenstück anzuziehen, wenn es nicht so stark geneigt ist, daß es vom Werkzeug gar nicht ergriffen werden kann. Man nimmt eine Röhre 3 bis 4 Centimeter größer, als diejenige, welche man sucht, und von 3 Metern Höhe. Man versieht dieselbe mit den Federn ab, ab, ab u. s. w., die in verschiedenen Höhen liegen und gegen den Mittelpunkt der Röhre gerichtet sind. Wenn das Ende, welches man sucht, sich hinein begiebt, so setzen sich die Federn, sobald man den Bohrer kräftig hebt, in das Eisenblech des Röhrenstücks, und das Ausziehen wird sicher bewerkstelligt, sobald nicht ein zu großer Widerstand zu besiegen ist. In diesem Falle kann man die Röhre mit Federn los machen, indem man sie zuerst niedersteigen läßt und sie dann in einer anderen Richtung wieder empor hebt, wobei man den Bohrer nach rechts und nach links bewegt, um zu vermeiden, daß die Federn von Neuem in das Blech eindringen. Besitzen diese letzteren indessen zu viel Spannung, so setzen sie sich, wie man es auch anfangen möge, in die Röhre, und man muß alsdann, wenn das Werkzeug nicht emporgebracht werden kann, die Federn zerbrechen. Darin liegt nun der Fehler dieses Werkzeuges, welches der Bohrmeister übrigens nicht eher anwenden soll, als bis es durch die Umstände absolut angezeigt ist.

Man kann auch ein Röhrenstück von Außen mittelst eines eisernen Reifes oder Beschläges ergreifen, welches am Bohrer sitzt und mit einem Haken versehen ist, welcher sich beim Hinabsteigen emporhebt, aber niederlegt, sobald man den Bohrer hebt und der Haken auf einen widerstandleistenden Körper stößt. Dieses Werkzeug wird vorzugsweise zum Ausziehen hölzerner Röhren angewendet. Wenn der Bohrer oder die Röhre, welche man sucht, sich gegen die Wandung des Bohrloches geneigt hat, so läßt man die Stange dieses Werkzeuges ein wenig tiefer sinken, wie dieses schon bei anderen Werkzeugen angegeben worden.

Werkzeuge, mit welchen man die Röhren zerschneidet.

Ich habe weiter oben gesagt, daß die Röhren häufig dergestalt am Gebirge anhaften, daß das Ausziehen derselben unmöglich ist; das starke Ziehen hat dann keine andere Wirkung, als das Blech in der ganzen Länge der Blechtafeln zu zerreißen oder ein Umlegen des Bleches auf sich selbst herbeizuführen, sodaß eine Reihe von Wülsten entstehen, von denen einer auf dem anderen liegt. Man darf nicht warten, bis diese Resultate sich kund geben, und muß vielmehr sogleich zum Zerschneiden der Röhre

in mehrere Längen schreiten, die man successiv oder auf einmal, je nachdem es der Fall erheischt, auszieht. Diese Operation nun wollen wir jetzt untersuchen.

Es schneide eine Sicherheitsröhre ohne allen anderen Nutzen, als den Vortheil einer ganzen Röhre zu gewähren, 100 Meter festes Gebirge, von der Bodensohle an gerechnet, ab. Da während dieser ganzen Strecke die Röhre frei ist, so könnte sie demnach in einer Tiefe von 100 Metern abgeschnitten und aus dem Bohrloche herausgezogen werden. Aber von dieser Tiefe an, bis zu derjenigen von 200 Metern, steht sie in Berührung mit Schichten, von welchen sie ohne Unterbrechung gedrückt wird; man versuche deßhalb zuerst die Wirkung, welche ein erstes Durchschneiden in einer Tiefe von 110 Metern hervorbringen mag. Wenn diese Portion ohne Behinderung ausgezogen werden kann, so mache man einen zweiten Schnitt 15 Meter tiefer, und nachdem man auch dieses Röhrenstück gehoben hat, bis es sich ohne Schwierigkeit ausziehen läßt, so lasse man es an seinem Orte sitzen, um den Versuch zu machen, den übrigen Theil auf einmal oder auf zweimal empor zu heben. Ist diese erste Operation beendet, so macht man den Versuch, alle Röhrenstücke zusammen zu heben, was leicht sein wird, sobald die oberen Röhrenstücke kein Hinderniß finden. Sollte sich die Sache aber anders verhalten, so werden die Röhrenstücke auf einander schiefe Richtungen bekommen, und man wird darauf Verzicht leisten müssen, die sämmtlichen Röhrenstücke mit einem Male auszuziehen. Man wendet sich alsdann zum ersten Röhrenstück, dann zum zweiten, die man zugleich auszieht. Wenn ein Bohrloch, in dem ein Theil des Gebirges bloß gelegt ist, sich nicht sogleich verschließt, und man Zeit hat, das Werkzeug zum Ausreißen der Röhren in den rückständigen Röhrentheil niedersteigen zu lassen, so thue man dieses unverzüglich; wenn das Gebirge einstürzt, so räume man die Trümmern durch ununterbrochenes Löffeln aus, bis man endlich hinlänglich in die Röhre eindringen kann.

Man findet selten bewegliche Schichten von so großer Mächtigkeit, und in den meisten Fällen hat man Zeit, ehe das Gebirge einstürzt und den Bohrer festhält, die Röhre in zwei oder drei, oder in mehreren Theilen auszuziehen. Wenn eine zweite Röhre unter der Basis der ersten in einer Entfernung von 40 oder 50 Metern festgehalten wird, die Trümmern aber, welche dieselbe festhalten, von Schichten herrühren, welche die erste Röhre abschneidet, und welche mit der Länge der Zeit sich in dem Raume von 50 Metern angehäuft haben und nur festes Gebirge enthalten, so kann man ohne Unannehmlichkeit diese 50 Meter Röhre in so kleinen Theilen herausziehen, als man es für nöthig erachtet, selbst in Stücken von 1 Meter Länge. Ich habe öfters Röhren in Längen von 2 bis 3 Metern abzuschneiden gehabt.

Man schneidet auch eine Sicherheitsröhre einige Meter über der Basis der ihr vorangehenden Röhre ab, um den ausgezogenen Theil anzusetzen, die man in der zurückgebliebenen Röhre im Bohrloche niederbringt, um eine ganze Röhre von letzterem Caliber zu ersparen. Um einen Begriff von dem Anhaften der Röhren an den sie umgebenden Trümmern zu geben, will ich einer Operation dieser Art Erwähnung thun, die mir viel mehr Zeit gekostet hat, als ich darauf verwenden zu müssen glaubte. Ich wollte eine Röhre dergestalt zerschneiden, daß davon 15 Meter in einer größeren blieben, die schon seit langer Zeit eingezogen und mit Bolzen

vereinigt worden war. Da mehrere dieser Bolzen sich gelöst hatten, so war mit der Länge der Zeit ein sandiger Schmand durch die kleinen Löcher der Muffe dieser Röhre gedrungen und hatte einen solchen Druck auf die nächstfolgende Röhre ausgeübt, daß ich diese 15 Meter in vier Theile zerschneiden mußte. Jeder dieser Theile nahm beim Ausziehen Anstrengungen in Anspruch, welche im Stande waren, das Blech zusammen zu biegen und es seiner ganzen Länge nach zu zerreißen. Diese Unannehmlichkeit würde mir auch wirklich begegnet sein, wenn ich nicht die Vorsicht angewendet hätte, mich beim Ausziehen eines ähnlichen Werkzeuges, wie Figur 6, Tafel 14, zu bedienen, welches aber mit mehreren Kegeln versehen war, die auf die verschiedenen Punkte der auszuziehenden Röhre wirkten.

Dieses Anhaften ist endlich in einigen Fällen so stark, daß man genöthigt ist, um das Bohrloch von einem Röhrenstücke zu befreien, dasselbe in der Längenrichtung an mehreren Stellen zu zerschneiden, um dann die Blechstreifen auszuziehen, welche man durch diese Operation erhält.

Die Figur 7, Tafel 14, von welcher ich schon in dem Artikel über die Werkzeuge zum Ausreißen der Röhren gesprochen habe, wird auch angewendet zum Zerschneiden der Röhren, indem man den Klingen oder Haken dieses Werkzeuges eine schneidende Form giebt. Man muß, wenn man sich desselben bedient, eine beträchtliche Kraft anwenden, um eine Röhre von einem mittleren Durchmesser von 19 Centimetern zu zerschneiden; häufig widerstehen die Stangen der Drehung nicht, und es stürzt alsdann ein über dem Werkzeug befindlicher Theil des Bohrers ins Bohrloch hinab. Ein einfaches Mittel, diese Unannehmlichkeit zu vermeiden, besteht darin, die Masse A an ihrem unteren Theile mit einem Loche mit Muttergewinden zu versehen, in welches sich eine Bohrstange H schraubt, an welche man die nöthige Länge ansetzt, um die Sohle des Bohrloches zu erreichen, während das Werkzeug in Thätigkeit ist; wenn die oberen Stangen zerbrechen, so bleibt letztere an ihrer Stelle, oder fällt nur um einen geringen Betrag hinab.

Wenn man ein Werkzeug zum Zerschneiden der Röhre mit vorspringenden Klingen anwendet, ohne es durch das eben angegebene Mittel gegen das Hinabstürzen zu sichern, so darf man sich, um es wieder herauszuziehen, keiner Fangmutter, wohl aber eines linken Glückshakens bedienen, um es in der Richtung zu bewegen, in welcher sich die Flügel schließen, oder einer Trompete mit viereckigen Ventilen im Innern, oder jedes anderen Werkzeuges, welches denselben Zweck erfüllt; denn wenn man im Gebirge das Werkzeug zum Ausreißen der Röhren so dreht, daß sich die Klingen oder Flügel öffnen, so werden diese jeden Augenblick sich unter die Rauhheiten des Bohrloches legen und besonders unter die Basis der Röhre.

Man vermeidet die Anwendung von großer Kraft mit demselben Werkzeuge zum Zerschneiden der Röhre, wenn man die Haken durch schwache Federn in Thätigkeit setzt, die in K und K befestigt sind. Die Haken befinden sich auf diese Weise mit der zu zerschneidenden Röhrenwand immer in Berührung, und statt Kraft anzuwenden, um das Blech mit einem Zuge zu zerschneiden, wie man es ohne diese Federn zu thun genöthigt ist, so sticht man schwach und ruckweise von zwei zu zwei Centime-

ter durch das Blech, und dann kann der Haken auswendig den ganzen Umfang der Röhre durchlaufen.

Das Werkzeug Figur 9, Tafel 14, wird auch zum Zerschneiden der Röhren angewendet. Die Bemerkungen, welche ich hier über dasselbe machen könnte, sind dieselben, wie die vorhergehenden.

Die Röhren sind um desto schwieriger zu zerschneiden, je größer ihr Durchmesser ist, zuerst wegen der Dicke des Bleches, dann wegen des Hebels des Widerstandes, verglichen mit demjenigen der Kraft. Letzterer bleibt constant, denn er wird bestimmt und gemessen durch die Torsion des Eisens der Bohrstangen. Es ereignet sich, daß man mit dem Werkzeug Figur 7 oder 8 die Stangen bis zum Zerbrechen dreht, ohne eine nützliche Wirkung zu erlangen. Das Werkzeug Figur 12 begegnet diesem Uebelstand; es ist zusammengesetzt aus zwei cylindrischen Theilen C und D, welche eine Fortsetzung der Stange AP sind; auf der Ausladung oder auf der zwischen ihnen bestehenden Einziehung ruht ein Stück efGh, welches sich um den kleinsten Cylinder bewegt und hier festgehalten wird durch einen Vorsteckstift j. Der untere Cylinder trägt den Spitzstahl Z zum Zerschneiden des Bleches; er ist in seinem Zapfenloche durch einen Schraubenbolzen befestigt, der unter der Basis des Cylinders sitzt. Die Platte efGh hat auch drei kleine Spitzstähle XXX und ist außerdem mit einer Rippe KN versehen, gegen welche sich der Rücken des hakenförmigen Spitzstahles Z legt.

Wenn man das Werkzeug in die Röhre hinabläßt, so stehen der Haken und die Rippe mit einander in Berührung; hier ist der Durchmesser, den das Werkzeug einnimmt, der kleinstmögliche. Ist das Werkzeug bis zu der zu zerschneidenden Röhre gelangt, so dreht man nach rechts, oder vielmehr von rechts nach links. Indem nun der Haken die Rippe verläßt, begegnet er bald dem Bleche; die kleinen Spitzstähle setzen sich in dasselbe ein, während der Haken es in Gestalt eines halbmondförmigen Stückes zerschneidet. Nachdem diese erste Zerschneidung bewerkstelligt worden, dreht man das Werkzeug in entgegengesetzter Richtung, um einen zweiten Schnitt auszuführen u. s. w. Von welcher Beschaffenheit auch der Durchmesser der zu zerschneidenden Röhre sein möge, so leuchtet ein, daß das Verhältniß des Widerstandes zur Kraft sich nicht verändert, denn das Stück ef Gh vertritt nur die Stelle eines Keiles zwischen der Röhre und dem Cylinder C oder dem Cylinder D. Der Hebel der ersten dieser Kräfte wird also immer gemessen durch die Entfernung des Schneidhakenschnabels von der Achse des symmetrischen Theiles des Werkzeuges, und diese Entfernung ist constant.

Figur 8. Dieses Werkzeug zum Zerschneiden der Röhre ist demjenigen ähnlich, welches schon in Figur 7 oder 9 beschrieben worden ist. Eine Stange A nimmt unter ihrem Gestämme BC vom Durchmesser der Röhre weniger 15 oder 20 Millimeter zwei ziemlich halbkreisrunde Stücke auf, und zwar das eine gfh und das andere DEj, und beide sind mit dem erwähnten Gestämme durch Bolzen verbunden, deren Köpfe und Schraubenmuttern so wenig als möglich Raum einnehmen. An dem Stücke gfh ist eine Stange KI befestigt, deren Ende I sich in der Richtung der Achse des Bohrers befindet; in dem Ausschnitte des zweiten Stückes spielt eine Klinge oder Haken P, dessen Schwanz O (man vergleiche auch Figur 14) durch eine starke Feder MN getrieben wird, welche

in l durch zwei Bolzen befestigt ist. Die Figur 14 zeigt an, daß der Haken in der Richtung des Pfeiles K getrieben wird, die ihn zu öffnen und stark gegen die Röhre RT zu drücken strebt, welche er mit seiner Schneide lQ angreift. Dieses Werkzeug ist bequem und leicht auszuführen, besonders auf dem Lande, wo es so häufig, entweder an starkem Eisen, oder an einem Arbeiter fehlt, den man zu dergleichen Arbeiten benutzen könnte.

Man kann sich des Werkzeuges zum Zerschneiden der Röhren Figur 10 für Durchmesser von 30 bis 40 Centimetern und für Blechstärken von 6 bis 7 Millimetern bedienen. Es ist construirt nach der Kraft, die ein Mann mit einer Feile von starker Dimension auszuüben vermag. Diese Kraft läßt sich schätzen nach einem Gewichte und letzteres nach einer Feder oder nach mehreren mit einander verbundenen Federn. Eine Stange z. B. werde in ein Gestämme oder eine starke runde Scheibe A geschraubt, welche von einer minder starken Krone A' durch Frictionsrädchen getrennt ist, deren Achsen in die untere Krone R, R'R'' eingeschraubt sind. Dieselben Buchstaben bezeichnen in Figur 13 dieselben Gegenstände. An der Krone sitzen zwei Stangen; die eine ab, an welche unten eine starke Kutschenfeder s s' s'' befestigt ist, die andere Stange st ist als Stütze da. Der untere Theil der Krone ist ausgeschnitten, um den Fuß s'' der Feder aufzunehmen und spielen zu lassen, welcher auf das Ende der Stange einer gekrümmten Feile u Figur 10 und 13 wirkt. Der Schwanz dieser Feile hat auch ein kleines Fenster N, durch welches ein Zapfen K läuft, welcher verhindert, daß die Feder die Feile nicht zu weit treibe; die drei Frictionsrädchen R R' R'' haben keinen anderen Zweck, als um die Reibung des Werkzeuges in dem der Feile gegenüberliegenden Theile zu mildern.

Je mehr sich die Krümmung der Feile derjenigen der zu zerschneidenden Röhre nähert, desto besser wird ihre Wirkung sein; in der Figur 13 ist der Winkel abc, welchen die Seite der Feile mit der Krümmung der Röhre macht, zu groß; es würde daraus hervorgehen, daß die Feile, wenn sie an dieser Seite durch die Röhre gedrungen ist, schwierig aus der Schnittöffnung herausgebracht werden könnte, um noch mehrmals zu wirken und das Abschneiden zu vollenden. Dieser Uebelstand wird aber sogleich verschwinden, wenn die Feile größer ist und man ihr eine Krümmung nach einem größeren Halbmesser giebt. Die Einschnitte YY nehmen die ausladenden Theile auf, welche auf der einen und auf der anderen Seite sich gleich sind, wenn man einen festen Bohrer, d. h. einen solchen, der sich nicht losschraubt, anwendet; im gewöhnlichen Falle, wo die Feile nur an der Seite des Winkels abc angreift, besitzt sie nicht die Einrichtung, auch auf der gegenüberliegenden Seite anzugreifen.

Eben so gut wie ein Arbeiter in $1\frac{1}{2}$ Tage eine Röhre von 0,^{m}40 Durchmesser mit einer Feile und seiner Hand bequem zerschneiden würde, kann auch dieses Werkzeug mit einer Feder von doppelter Kraft, wie sie ein Arbeiter auf die Feile ausübt, wenigstens in derselben Zeit dieselbe Wirkung hervorbringen.

Um die Beschreibung der 14. Tafel zu vollenden, wende ich mich sogleich zu Figur 11, welche eine Fraise in zwei Theilen mit Bolzen auf eine Platte ab eingesetzt darstellt, und deren man manchmal zum Ausglätten von Röhren bedarf, in welche man andere Röhren einziehen will, die in den ersteren nur wenig Raum übrig lassen. Diese Fraise ist aus ge-

härtetem Eisen gefertigt. Wenn sie sich bei der ersten Anwendung schnell abnutzt, so schärft man sie von Neuem; da sie aber hierbei an ihrem Durchmesser verliert, so schiebt man zwischen die Platte **ab** und ihre beiden Theile zwei dünne Blechstücke, wodurch sie wieder auf den früheren Durchmesser gebracht wird, ohne daß letzterer jedoch seine frühere Gestalt ganz wieder bekäme.

Die Figur 2 Tafel 15 stellt noch ein Werkzeug zum Zerschneiden der Röhren mit einer Feder dar, welches durch die Krümmung nach dem Bogen **D'DD''** einer starken Bohrstange **CDE** dargestellt wird, die mit zwei beschlagenen Füllstücken **bAb**, und **bA'b** versehen ist, welche sich auf den abgerundeten Theilen der Stange drehen. Ein Spitzstahl **f**, festgestellt durch eine Schraubenmutter **g**, zerschneidet das Blech, welches durch die mächtige Elasticitität der Stange gedrückt wird, die man gewaltsam in die Röhre eingeführt hat.

Figur 3, Tafel 15. Ein anderes Werkzeug zum Zerschneiden der Röhren besteht aus zwei durch ein Zapfenband **A** vereinigten Stangen. Das Zapfenband ist $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centimeter länger als der Durchmesser der zu zerschneidenden Röhre. Die eine der Stangen, und zwar die untere, trägt einen Spitzstahl **D** in ihre Masse eingesetzt, welcher auf das Blech in dem Maße wirkt, als die obere Stange durch das Gewicht des Bohrers herabgedrückt wird und das Zapfenband **A** immer vollständiger den Durchmesser der Röhre einzunehmen strebt. Der untere Theil des Bohrers ruht auf der Bohrsohle; das Ende der unteren Stange des Werkzeuges kann im Oehr eines Zapfenbandes **fff** sich drehen, mit welchem die folgende Bohrstange endet.

Wir wollen jetzt die Reihe dieser Werkzeuge mit der Beschreibung der Figur 1, Tafel 15 endigen. Ich habe im Werkzeug von dem Punkte **f** seiner Stange bis unter seine Klingen einen Durchschnitt angenommen. **G** ist ein cylindrischer Theil, welcher mit einem Zapfenbande **hh** endigt, in welchem zwei Klingen **CC'** spielen, welche, wie im Kopfe eines Cirkels, auf einander gepaßt sind; ein hohler gußeiserner Cylinder **AA'BB'** drückt auf sie, um sie beim Niedergange geschlossen zu erhalten. Diese Klingen, wie ein Spitzstahl angebracht, um das Eisen zu schneiden, oder wie ein gebogener Meißel, um das Holz zu schneiden, sind im ersten Falle ganz aus gewöhnlichem Stahl, um eine größere Festigkeit an der Stelle des Oehres zu erzielen; da für Holz eine solche Festigkeit nicht nöthig ist, so ist bloß der Meißel aus Gußstahl und mit Schrauben eingesetzt.

Man bringt zuerst den Bohrer auf die Sohle des Bohrloches und zwar mit Hülfe einer mit Schraubengängen versehenen Stange, welche sich in das Beschläge oder die Plattform **D'** einschraubt, die man in der Röhre an der Stelle läßt, wo die Klingen thätig sein sollen. Nachdem der obere Theil des Bohrers aus dem Bohrloche gezogen worden, ersetzt man die Stange mit den Schraubengewinden durch das Werkzeug zum Schneiden. Wenn alle Maßregeln genau genommen worden sind, so müssen sich die Klingen, sobald das Werkzeug auf der Plattform aufruht, aus einander begeben und in die Wandung der Röhre eindringen; man hebt es dann ein wenig, sodaß man drehen kann, und in dem Maße, als der Widerstand gegen die Drehung abnimmt, senkt man es um einen ganz geringen Betrag, wodurch die Klingen um desto stärker in das Holz oder in das zu zerschneidende Eisen dringen werden. Der hohle gußeiserne Cylin-

der mäßigt die Wirkung der Klingen, welche, sobald sie auf der Plattfom aufruhen, auch sich zu öffnen streben. Ist das Zerschneiden beendet, so hebt man das Werkzeug aus dem Bohrloche empor und ersetzt es durch die Stange mit Schraubengewinde, um auch die Plattform anzuheben, welche auf dem übrigen Theile des Bohrers sitzt; endlich schreitet man zum Ausziehen des zerschnittenen Theiles der Röhre. Man zerschneidet alle Eisen- oder Holzstärken mit diesem Werkzeuge, welches frei von den Uebelständen ist, mit welchen einige der früher beschriebenen behaftet waren, vorausgesetzt, daß man seine willkürliche Wirkung moderirt.

Wenn das Bohrloch mit Gebirgstrümmern verschüttet ist, so bringt man den Theil des Bohrers mit der Plattform ins Bohrloch, ohne damit das Werkzeug zu verbinden. Schon eine Spitze ist ausreichend, um dem Bohrer die Passage zu öffnen. Wenn der Durchmesser der zu zerschneidenden Röhre sehr groß ist, und wenn die Rotation der Klingen auf der Plattform bewirkt, daß der untere Bohrer sich ein wenig neigt oder biegt, was selten geschieht, so begegnet man diesem Uebelstande auf die Weise, daß man die drei oder vier ersten Stangen unter der Plattform mit Füllstücken oder Muffen versieht.

Nachdem man eins dieser Werkzeuge, von denen eben die Rede war, in Anwendung gebracht und sich überzeugt hat, daß das Blech bis auf die Naht vollständig durchschnitten ist, so vollendet man die Trennung, indem man, wenn es möglich ist, einen Schlag mit dem Rammklotze auf die Röhre ausführt. Sitzt aber die Röhre, welche bis zu Tage ausgeht, so fest im Gebirge, daß sie durch den Rammklotz nicht erschüttert werden kann, so muß man das Werkzeug noch so lange in Anwendung bringen, bis die Naht der Röhre gänzlich getrennt ist.

Wenn die Röhre von kleinem Durchmesser ist und frei im Bohrloche sitzt, so kann man, statt mit Hülfe des Rammklotzes das Zerbrechen desselben zu bewirken, sie auch mittelst eines Halsbandes drehen.

Beispiel einer zerbrochenen und im Bohrloch geneigten Röhre, Figur 6, Tafel 15.

Wenn der Bohrmeister eine Sicherheitsröhre oder eine Steigröhre einzieht, so muß er mit der größten Sorgfalt die Länge jedes Röhrenstückes notiren und in sein Journal eintragen; er muß auch bis auf einige Centimeter die Tiefe kennen, in welcher er die Röhre gelassen hat, sodaß, wenn eine einzige schwache Blechtafel unter den Schlägen des Rammklotzes oder durch irgend eine andere Ursache zerreißt, er sogleich weiß, wie viel Länge unter dem Bruche ihm noch bleibt. Sobald er an dem Ereigniß, was ihm durch die Schwierigkeit angezeigt ist, mit welcher die Werkzeuge kleinen Calibers einzubringen sind, oder durch das leichte Emporheben des oberen Theiles der Röhre, nicht mehr zweifeln kann, so muß er, wenn ein trifftiger Grund vorhanden ist, nicht die ganze Röhre auszureißen, und ihr Durchmesser das Einziehen einer zweiten Röhre gestattet, dieselbe wirklich einziehen, indem er sie in einen Kegel aus schwachem Blech auslaufen läßt, der auf das Beschläge ihrer Basis aufgenietet wird, um ihren Durchgang an der Stelle des Bruches zu erleichtern, welche Stelle man vorher ausgeglättet haben muß.

Wenn das Einziehen dieser zweiten Röhre wegen des Durchmessers nicht stattfinden kann, und wenn es übrigens gefährlich ist, den unteren

Theil der zerbrochenen Röhre herauszuziehen, wenn man aber den oberen Theil ohne Nachtheil ausziehen kann, so mag man dieses thun; man muß sie aber mit einer Röhre von 2 bis 3 Meter Länge und hinlänglicher Größe ausstatten, damit eine gleiche Länge des zurückgebliebenen Theiles in dieselbe eintreten könne. Um diese Operation zu bewerkstelligen, hängt man, wenn das neue Röhrenstück nahe daran ist, die Mündung des zurückgebliebenen Theiles zu berühren, den Bohrer ein, der einen Cylinder mit Spitze trägt, mit welchem man von den beiden Röhrentheilen einen in den anderen leitet. Wenn Umbiegungen des Bleches an der Mündung des zurückgebliebenen Theiles nach außen sich seiner Einführung in die Röhre widersetzen sollten, so müßte man sie mit demselben Cylinder beseitigen, an welchem man eine Krone anbrächte, in welcher sich die Ränder der fraglichen Mündung vereinigen könnten.

Nachdem die Röhre auf diese Weise wieder zusammengesetzt worden, muß der Bohrmeister auf den Bohrer ein Zeichen machen, woraus er die Annäherung der Werkzeuge gegen die Stelle der Vereinigung hin erkennt. Er muß alle ausladenden Theile der Stangenschlosse beseitigen, welche das Blech des zurückgebliebenen Röhrentheiles treffen und zerreißen könnten, obschon seine Mündung von der Vorragung bedeckt wird, welche das angesetzte Röhrenstück bildet.

Die Figur 6, Tafel 15 stellt den Fall dar, wo die Röhre in **C** gebrochen ist, an einer Stelle, wo das Gebirge Klüfte oder Höhlen darbietet, die durch Einstürze entstanden sind. Die Verbindungsstellen der Röhre sind in Unordnung gerathen und haben letztere eine geneigte Lage annehmen lassen, welche sie in demselben Gebirge angenommen haben würden, wenn auch ihre Verbindungsstellen die gehörige Festigkeit besessen hätten, sobald nur die verschiedenen Röhrenstücke nicht ganz vertical über einander gesessen hätten. Nachdem der Bruch erfolgt ist, neigt sich die Röhre **Cde** sogleich, und die Fangwerkzeuge gehen neben derselben hinab; man zieht alsdann den oberen Theil heraus, wenn es das Gebirge gestattet, und sucht dann den zweiten auf, dessen Maß man genau kennt, wie auch die Tiefe, in welcher sich seine Mündung finden muß. Wenn man es versucht, mit den Werkzeugen, von denen schon die Rede gewesen ist, diesen Theil wieder in die Mitte des Bohrloches zu bringen, so muß man dabei Vorsicht anwenden, um ihn nicht breit zu drücken, oder so zu zerreißen, daß man nicht mehr in denselben eindringen kann, für den Fall, daß es nicht gelingen sollte, ihn gänzlich auszuziehen.

Nachdem man ein Werkzeug eingeführt hat, um ihn wieder in die senkrechte Linie zu bringen, kann man ein rundes Werkzeug vom größtmöglichen Durchmesser, oder ein hölzernes Füllstück **A** Fig. 11, Taf. 13 einbringen, welches in die Muttergewinde einer Stange eingeschraubt ist. Sobald man die Röhre berührt, ersetzt man das Füllstück durch ein Werkzeug zum Ausreißen der Röhren mit horizontalen Klingen, oder durch einen einfachen Haken. Wenn die Röhre vermöge ihrer Schwere oder ihrer Elasticität den Werkzeugen immer ausweicht, so krümmt man eine Bohrstange auf eine Länge von 40 bis 50 Centimeter, wenn der Durchmesser des Bohrloches 18 oder 20 Centimeter hat, und sucht von Neuem mit Geduld die Mündung der Röhren. Hat man einen Löffelbohrer am Ende der krummen Röhre ins Bohrloch eingeführt, und begiebt sich derselbe in die Mündung, so gehe man damit bis an die Basis der Röhre

hinab, und wenn es die Tiefe des Bohrloches gestattet, so beginne man den Löffelbohrer 1 Meter über der gefundenen Oeffnung anzuheben; man bringe in der Höhe der Bodensohle oder an der Sohle des Bohrschachtes ein Werkzeug am Bohrer an, mit welchem man Röhren ausreißt a Taf. 15, Fig. 6, welches in der Entfernung dem Löffelbohrer folgt und sich gleich ihm in die Röhre begiebt, die es dann ausziehen wird. Hätte man statt des Löffelbohrers die Versuche mit einem Werkzeuge zum Ausreißen, mit einem einfachen Haken, gemacht, so wäre die eben angegebene Operation ganz unnütz.

Zum Ausziehen der Röhren, der Bohrer oder der Werkzeuge bedarf man häufig krumme Stangen; man muß es vermeiden, sie im scharfen Winkel, wie Fig. 5 aa' zu biegen, wenn man nicht den ganzen Theil af im Bohrloche lassen will. Das Krümmen der Stange darf ebensowenig im Kalten mit der Bahn eines Hammers vorgenommen werden, wenn nicht das Eisen sehr weich ist; größerer Sicherheit halber ist es immer besser, die Stange warm zu machen.

Einrichtung der nöthigen Maschinen zum Ausziehen von Röhren, welche fest im Bohrloche sitzen.

Wenn eins der Werkzeuge, deren man sich zum Ausreißen der Röhren bedient, und von denen schon die Rede gewesen ist, z. B. dasjenige mit horizontalen und möglichst breiten Klingen, in Berührung mit der Basis der auszuziehenden Röhre steht, so rückt man das Vorgelege mit doppeltem Zahneingriff am Haspel ein, dessen Kurbeln OP, OP Fig. 7, Taf. 18 sind, und spannt den Bohrer; alsdann richtet man zwei Schwengel hi, hi vor, die auf zwei fest unterstützten Punkten beweglich sind, wie aus Fig. 9 hervorgeht, und deren Enden unter ein eisernes oder hölzernes Halsband AA greifen und darauf drücken, dem man noch ein zweites hinzufügt, sobald sich dieses nöthig machen sollte. Man richtet auch den gewöhnlichen Schwengel zum Schlagen HJ vor, der häufig durch einen besonderen Haspel in Bewegung gesetzt wird, dessen Kurbelarme O'P', O'P' sind, und man läßt ihn mit Hülfe eines dem ersten ähnlichen Halsbandes, oder eines starken Stangenschlüssels mit vier Schrauben AB Fig. 6, in dessen Ring man das Seil oder die Kette befestigt, welche ihn mit den Haken des genannten Schwengels verbindet, auf den Bohrer wirken. Die vier Schrauben dieses Schlüssels sind zugespitzt und an ihrem Ende verstählt, um in die Stange einzudringen, an welcher zwei kleine Bolzen D D als Hemmung dienen; der untere Theil des Schlüssels trägt zwei abgerundete Stücke C für den Fall, daß man sich ihrer zum Wägen mit einem einfachen Hebel, der am Ende gespalten ist, Fig. 8, 3 und 4, um die mit dem Schraubenschlüssel versehene Stange aufzunehmen, die den Widerstandspunkt bildet, bedienen will.

Der über der Arbeitsbühne sattsam verlängerte Bohrer ist auch mit einem Gestemme D versehen, auf welches ein hohler Rammklotz BB fällt, der an seiner unteren Basis zwei Ringe hat CC, mittelst welcher man ihn mit Hülfe der Seile gg emporzieht; zwei andere Ringe CC, welche höher sitzen, dienen dazu, den Rammklotz emporzuheben und ihn mittelst zweier Seile GG, welche über zwei kleine Rollen ff laufen, gegen das widerstandleistende Halsband Q schlagen zu lassen.

An den Enden jedes großen Schwengels errichtet man ein kleines

Bohrgerüste, welches dazu dient, ihn emporzuheben oder herabzulassen, mittelst eines Seiles, welches am Ende J befestigt ist, über eine Rolle läuft, die am Boden befestigt ist, dann über diejenige des Gerüstes und endlich sich auf einen Rundbaum aufwickelt. Um die genannte Rolle am Boden zu befestigen, hängt man in den Haken ihres Zapfenbandes ein starkes Tau, in dessen große Schlinge man Lasten aller Art hängt; oder man befestigt auch die Rolle an einem Stück Holz AB Fig. 10, welches man von den Stücken CCC durchsetzen läßt, die mit starken Balken bedeckt werden; man bringt das so vorgerichtete Stück in eine Grube von zwei Meter Tiefe und belastet es mit Erde und anderen schweren Gegenständen. Nachdem alle Vorbereitungen zur Anwendung der Kraft beendigt sind, so beginnt man damit, den einfachen Haspel gleichzeitig mit dem kleinen Schwengel des Schlagewerks stark zu spannen. Wenn diese ersten Kraftäußerungen keine Wirkung hervorbringen, so drückt man, indem man sie schaukelt, auf die Schwengel hi, hi; wenn man nichts Besseres damit ausrichtet, so versucht man dieselben Schwengel mit Hülfe der Gerüste und der Rollen- oder Flaschenzüge, deren Anwendung ich angegeben habe, alsdann schont man ein Wenig die Haspel, deren Zahnradvorgelege zerbrechen würden, sobald einer der Hebel sich ausdehnen sollte, und man schlägt von oben nach unten mit dem Rammklotz auf das Gestemme der Stange D, oder von unten nach oben auf das Halsband. In dem Maße, als die Röhre um einige Millimeter gehoben wird, spannt man von Neuem die Haspel, und richtet wiederum die großen Schwengel vor, welche vermöge der großen Bogen, welche ihre Enden durchlaufen, bald an der Erde sind.

Wenn die Röhre in ihren Verbindungsstellen fest ist, so ist es manchmal zweckmäßig, sie zu gleicher Zeit auch an ihrer Basis, wie ich angegeben habe, und am Kopfe zu ergreifen, wie Fig. 5 angiebt. Wenn die während eines oder zweier Tage wiederholten Kraftanstrengungen die Röhre nicht um einen merklichen Betrag verrückt haben, und wenn sie bis zu der Grenze des Widerstandes, den das Blech der Röhre zu leisten vermag, getrieben worden sind, so stellt man sie ein und beginnt, die Röhre theilweise auszuziehen, welches Verfahren ich bereits beschrieben habe. Wenn die Röhre nicht sehr fest im Bohrloche sitzt, so ist ein einziger Schwengel, welcher an seinem Ende mit einer Röhre voll Werkzeugen oder mit darauf gelegten Bohrstangen, die durch Pflöcke fest gehalten werden, ausreichend, um sie emporzuheben, wenn man mit dem Haspel und einigen Rammklotzschlägen dabei noch behülflich ist.

Um die Untersuchung der Tafel 18 zu beendigen, haben wir noch vom Schwengel des Schlagwerkes Fig. 6 zu sprechen, obschon wir eine Beschreibung desselben hier nicht am Platze finden. Wenn von dem Bohrgerüste die Rede sein wird, so erinnere man sich dessen, was in diesem Capitel über das Schlagwerk bemerkt worden.

Dieser Schwengel soll die Kraft vermindern, die man am Haspel anzuwenden hat, welcher dem Bohrer seine schlagende Bewegung mittheilt. Ist dieser Schwengel stark, so besteht er aus einem Stück Eichen- oder Ulmenholz A Fig. 6, A Fig. 7[b], bedeckt mit einem Streifen aus Eisenblech B, der an seinen beiden Enden in einen Haken übergeht. Der stärkste dieser Haken befindet sich auf der Seite des Bohrers und nimmt das Seil oder die Kette auf, die den Haken mit dem Bohrer verbindet

und zwar an einem drehbaren Bohrwirbel. Bolzen I u. s. w. befestigen den Streifen aus Eisenblech an das Stück Holz. Der Schwengel liegt auf einer eisernen Achse F und wird gehalten durch zwei Zäume Gh, Gh Fig. 7b, welche durch ihre Schraubenmuttern auf eine Querplatte D gedrückt werden, die auf dem Eisenblechstreifen und den Keilen CC aufruht, die man an den Seiten einschlägt.

In solcher Lage bewegt sich der Schwengel in einer Docke aus Gußeisen oder aus Schmiedeeisen E, welche auf einem Stück Eichenholz K durch einen starken Bolzen i,j befestigt ist, um welchen sie sich drehen kann. Dieses Stück ist auf zwei anderen angebracht, welche an den Ständern des Bohrgerüstes befestigt sind, und kann sich hier vorwärts oder rückwärts bewegen, je nachdem man die Drehungsachse des Schwengels entfernen oder nähern will. In den vorderen Haken hängt man statt eines Seiles gewöhnlich eine Kette; um die rasche Abnutzung des Seiles zu vermeiden, wendet man am besten ein Zapfenband mit einem Frictionsrädchen Fig. 1 an, um welches sich ein starkes Tau leichter herumlegt. Zum Schlagen ist es endlich am zweckmäßigsten, Seil und Ketten, deren Verkürzung oder Verlängerung immer Zeit kostet, durch kleine Eisenstangen von verschiedenen Längen zu ersetzen. Die erste hat z. B. 0,m50, die zweite 1 Meter, die dritte 1½ Meter Länge, sodaß man, wenn der Bohrer 0,m50 tief eingedrungen ist, die zweite abnimmt, um sie durch diejenige von 1½ Meter Länge zu ersetzen u. s. w. Diese Stangen werden durch Zapfenband und Ring mit einander ohne weitere Rücksicht verbunden. Ein Eisen von 3 Centimeter Durchmesser eignet sich für diese Stangen. Um alle Stöße zu vermeiden, bringt man zwischen die Stangen und den Bohrwirbel eine Länge von 3 Decimeter Kettengliedern, welche die Schwingungen des Schwengels zum Schlagen auffangen.

Für die hintere Seite des Schwengels wendet man nur ein Seil bei einem unregelmäßigen Schlagwerk an; in allen anderen Fällen bedient man sich der Stangen, der Ketten oder des doppelt zusammengebogenen Bleches und verhindert die Schwankungen durch einige Bänder.

Achtes Capitel.

Instrumente zu genauen Bestimmungen.

Die vorläufigen Operationen, welche vorgenommen werden müssen, um die Oertlichkeit eines anzulegenden Bohrloches zu bestimmen, oder um zu erfahren, ob die im Voraus gewählte Stelle vernünftigen Bedingungen entspricht, sind wenig verwickelt, aber von der größten Wichtigkeit, und es giebt wenige Bohrarbeiten, die mit Sicherheit unternommen werden können, ohne daß man genöthigt wäre, die Lage in Bezug auf die umgebenden Orte in Betrachtung zu ziehen. Ich sage, daß häufig die Operationen des Ingenieurs in diesem Betreff sich auf sehr Weniges reduciren, weil schon früher die Topographie und die Geologie der Gegenden, welche er zu erforschen sich anschickt, untersucht worden sind. In den Departements der Seine und Marne, der Seine und Oise z. B. hat man nichts Anderes zu untersuchen, als die Höhe des gegebenen Punktes in Bezug auf die allgemein angenommenen Niveaux, wie z. B. der Flüsse und des Meeres.

Er hat selten nöthig, die Lagerungsverhältnisse der Schichten dieser Gegend zu messen, weil die Beschreibung der tertiären Formationen, aus denen sie bestehen, in guten Karten ausführlich angegeben worden ist. Dasselbe ist der Fall in den Departements Aisne, Ardennen und Nord, der oberen Saône u. s. w. In diesen letzteren wird er sich indessen häufig in der Nothwendigkeit befinden, umständliche Beobachtnngen anzustellen, weil seine Forschungen sich hier nicht darauf beschränken werden, unterirdische Wasserbehälter aufzuschließen, sondern auch häufig auf die Entdeckung von Erzlagerstätten gerichtet sein werden.

Die Grundeigenthümer in der Nähe der Stellen, wo Resultate erlangt worden sind, brauchen, um die nöthige Begründung zu erlangen, nur ein comparatives Nivellement zwischen dem Punkte, wo sie bohren wollen, und demjenigen, welcher ihrer Localität am nächsten liegt, auszuführen.

Wenn der Grundeigenthümer von den Ingenieurs, die sich mit Bohrarbeiten beschäftigen, Auskunft über die Möglichkeit, unterirdische Wasser aufzuschließen, welche bis zu einer gewissen Höhe steigen, zu erhalten wünschen, so müssen sie immer den Beschreibungen ihres Grundeigenthums die Angabe der Höhe desselben über den bekannten Niveaux hinzufügen.

Die Höhenpunkte sind nicht allein unentbehrlich beim Aufsuchen steigender Quellen, sondern sie leiten uns auch beim Aufsuchen der Erzlagerstätten. Wenn die Topographie einer Landschaft vollendet ist, und wenn auf Curven von gleichweit entfernten Niveaux die zu Tage gehenden Gesteine angegeben sind, welche die Landschaft geologisch zusammensetzen, so hat man zugleich eine Vorstellung von der Mächtigkeit der Formationen

an diesem oder jenem Orte durch die Untersuchung des Streichens und Fallens an ihren Schichtenköpfen.

Mit Hülfe dieser Auskünfte unternimmt man zur Aufsuchung einer Mineral-Lagerstätte die Arbeiten so nahe wie möglich an den Schichten oder Formationen, welche die Lagerstätte einschließen, indem man sich indessen hinlänglich von der Stelle entfernt, wo diese Formation zu Tage ausgeht, damit sie einige Entwickelung erlangen könne.

Nivellements.

Die Grundeigenthümer, welche Untersuchungen anstellen lassen wollen, müssen, ich wiederhole es, so genau wie möglich die Höhe des zu erforschenden Punktes in Bezug auf die allgemein angenommenen Niveaux angeben. Häufig werden sie diese nützlichen Auskünfte in den wissenschaftlichen Beschreibungen ihrer Gegend finden; im entgegengesetzten Falle können sie dieselben selbst erlangen, oder durch andere Personen ausmitteln lassen. Die topographischen Instrumente sind: die Wasserwage, die Wasserwage mit Luftblase, die Libellen mit Reflexion und das Barometer, so wohl mit freier Luft, als mit comprimirtem Gas.

Wasserwage, Canalwage.

Jedermann versteht heut zu Tage ein einfaches Nivellement mit der Wasserwage zu machen, nämlich einer horizontalen Röhre, die mit zwei Fläschchen endigt, welche auf ersterer einen senkrechten Stand haben, und in denen das Wasser sich ins Gleichgewicht setzt. Dieses Instrument ist auf einem Dreifuße beweglich, wie verschiedene andere topographische Instrumente z. B. die Boussole, das Graphometer u. s. w. Die Höhen des Niveau's bestimmen sich nach einer Ebene, welche man durch das Auge und die Oberflächen der in den beiden Fläschchen im Zustande der Ruhe befindlichen Flüssigkeit legt; die Fläschchen hat man sorgfältig rein zu erhalten. Die so gelegte uud visirte Ebene trifft den Mittelpunkt einer Zielscheibe, welche sich auf einer doppeltgraduirten Nivellirlatte willkührlich bewegen läßt, an einer Stelle, welche, wie man zu sagen pflegt, mit der Oberfläche der Flüssigkeit in gleichem Niveau liegt.

Die Höhe eines Punktes über irgend einem anderen, wenig von ihm entfernten läßt sich durch eine einzige Station bestimmen. Beim Gebrauche der Visirinstrumente ist es nämlich Regel, aus der Mitte der Stationen zu nivelliren, theils darum, weil dann die Stationen doppelt so lang werden können, als wenn man aus den Endpunkten nivellirt, theils auch besonders, weil bei dieser Methode die Correction wegen der Strahlenbrechung und die Reductionen auf den wahren Horizont wegfallen, auch die Fehler wegen der Abweichung der Ziellinie von der Horizontale sich aufheben. Wenn die Entfernungen über 30 Meter betragen, so muß man mehrere Stationen machen, sobald man keinen merklichen Fehler in der Bestimmung der gesuchten Höhe erlangen will. Im ersten Falle erhält man die Höhendifferenz zwischen den beiden in Betrachtung gezogenen Punkten, indem man von den zwei durchs Visiren gefundenen Zahlen die eine von der anderen abzieht; beim Nivellement mit mehreren Stationen summirt man die Visirungen nach vorwärts und dann diejenigen nach rückwärts, und ihre Differenz giebt das gesuchte Verhältniß zwischen dem Ausgangs-

und dem Endpunkte. Wenn das Nivellement sehr lang ist, so vermeidet man, die Krümmung der Erdoberfläche in Rechnung zu bringen, wenn man das Visiren, wie schon bemerkt, nach vorwärts und zurück in gleichmäßigen Entfernungen, d. h. von der Mitte einer jeden Station aus, unternimmt.

Bevor man sich einer Wasserwage bedient, muß man sie ein paar Mal füllen und ausleeren, um die Irrthümer zu vermeiden, welche die Gegenwart einiger Luftbläschen im horizontalen Theile herbeiführen kann. Um die Lage mit Bequemlichkeit verändern zu können, müssen die Fläschchen mit Korkstöpfeln versehen sein, die an ihrem Halse befestigt sind. Man braucht nur eins der Fläschchen zu verstöpfeln, und in den meisten Fällen ist dieses ausreichend, um zu verhindern, daß das Wasser aus dem gegenüber liegenden Fläschchen austrete. Ist man auf der Station angelangt, so öffnet man das Fläschchen mit Vorsicht, und bei ruhiger Luft läßt man beide Fläschchen offen. Erhebt sich starker Wind, und wünscht man eine Operation gern zu beenden, die man übrigens, wenn es nur immer möglich ist, bis auf bessere Witterung verschieben sollte, so verschließt man dasjenige Fläschchen, welches man berührt, um das Instrument zu handhaben, aber wohl verstanden so, daß der atmosphärische Druck auf die Flüssigkeit wirken kann. Der Wind hat alsdann auf die Oberfläche der Flüssigkeit keine Wirkung mehr, und man kann operiren. Statt die Fläschchen zu verschließen, kann man das Instrument, sobald man Gehülfen hat, durch ein Tuch, ein Kleidungsstück u. s. w. schützen.

Wasserwage oder Libelle mit Luftblase.

Die Wasserwage mit Luftblase besteht aus einer gläsernen Röhre von 15 bis 40 Centimeter Länge, die man mit Wasser oder Weingeist dergestalt füllt, daß eine Luftblase darin circulirt, welche, wenn die Röhre in horizontaler Lage sich befindet, die Mitte ihrer Länge einnimmt, welche deutlich angezeigt ist durch zwei Linien oder durch eine Oeffnung, in der Kupferumhüllung angebracht, von welcher die Röhre geschützt wird. Diese so eingerichtete Röhre ist auf einer kupfernen Platte befestigt, welche unten so hergerichtet ist, daß die Achse der Röhre mit dieser Oberfläche genau parallel läuft. In diesem Zustande der Einfachheit wird das Instrument gewöhnlich in den Künsten angewendet, um verschiedenen Oberflächen eine parallele Lage zu geben. So benutzt man es in der Mechanik zur Lagerung von Achsen für die Transmission der Bewegung und für andere wichtige Stücke; die Verfertiger von Billards bedienen sich ebenfalls dieses Instrumentes zum Richten ihrer Billardtafeln u. s. w. Endlich ist es von großem Nutzen für Landnivellements, aber dann ist das kupferne Lineal, von welchem eben die Rede war, auf einer andern Oberfläche befestigt, die man mittelst einer Stellschraube höher oder niedriger stellt, um die Luftblase in der Lage der Horizontalität zu fixiren. Neben der Röhre bewegt sich in einer verticalen Ebene ein Fernrohr um eine auf der Röhre befestigte Achse.

Der Vorzug dieses Instrumentes vor dem vorhergehenden besteht in einer größeren Genauigkeit und darin, daß das Fernrohr weit größere Stationsdistancen anzunehmen gestattet.

Libelle des Herrn Burel mit Reflexion, modificirt von Genie-Commandanten Hr. Leblanc.

Der Comité du Génie und die Société d'encouragement haben im Jahre 1829 dem Erfinder dieser Libelle Preise zuerkannt. Nachdem sie mehrere Modificationen erfahren hatte, wurde sie im Mémorial de l'officier du Génie im Jahre 1844 beschrieben. Die Vortheile, welche dieses Instrument gewährt, wurden begründet

1) durch die Einfachheit seiner Ausführung und seiner Berichtigung;

2) durch die Länge seiner Visirlinie;

3) durch die Geschwindigkeit seiner Handhabung, indem man dasselbe in der Hand und ohne daß es eines Statives bedürfte, anwenden kann;

4) in seinem kleinen Volumen, eine schätzbare Eigenschaft bei Aufnahmen und Recognoscirungen.

Beschreibung des Instrumentes.

Diese Libelle ist nach folgenden Grundsätzen construirt: 1) daß das Auge **A** (Fig. 1, Taf. 24) sein Bild **A'** in einen verticalen Spiegel **B** in einer so großen Entfernung hinter diesem Spiegel reflectirt erblickt, als es von demselben von vorn entfernt ist; 2) daß die Linie **AA'** welche den Mittelpunkt des Auges und den Mittelpunkt des Bildes verbindet, horizontal ist.

Das Instrument besteht aus einem kleinen Pendel **C** (Fig. 1 und 3), welches einen Spiegel **B** trägt, der sich natürlich vertical hält, indem er sich um die horizontale Achse **D** dreht, die bloß aus einem Bande gebildet ist. Eine Kappe **E**, Fig. 2, bedeckt das Instrument, setzt sich auf die Röhre **F** und schützt sie vor Wind. Diese Röhre bietet ein Thürchen **KK** dar, durch welches man in den Spiegel blickt; es schließt sich, wenn eine zweite Röhre **G** gedreht wird. Ein Stöpfel **H** schließt die Röhre **F** von unten.

Zum Nivelliren nimmt man den Stöpfel **H** heraus, öffnet das Thürchen **KK** und, indem man in den Spiegel blickt, bringt man das Bild des Augapfels auf seinen Rand, so daß es mit dem anvisirten Gegenstand zusammenfällt.

Für genaue Nivellements giebt man dem Instrument ein Fußgestell. Die so erlangten Resultate stehen hinsichtlich der Genauigkeit zwischen denen, die man mit einer Libelle mit Luftblase und einer Wasserwage erhält. (Nach Versuchen, welche zu Lyon auf Befehl des Hrn. Generallieutenant Rohault de Fleury angestellt worden sind, welcher zuerst auf die Idee kam, das Prinzip der Reflexion auf die Libellen anzuwenden.)

Für aproximative Nivellements genügt es, das Instrument in der Hand zu halten.

Die ersten Libellen hatten eine doppelte Aufhängung, aber man hat gefunden, daß eine einzige ausreichend sei. Sie hatten in der Mitte des Spiegels eine horizontale Linie; auch diese Linie wurde als belästigend erkannt, besonders bei Nivellements aus der Hand; sie nöthigte, das Bild des Auges auf derselben zu erhalten, was ziemlich schwierig ist; viele Personen vergaßen es, visirten bloß auf diese horizontale Linie und erhielten dadurch eine geneigte Visirlinie.

Hr. **Burel** hat alle diese Modificationen gut geheißen.

Berichtigung des Instrumentes.

Der Spiegel B (Fig. 1 und 3) ist zur Hälfte auf der einen, zur Hälfte auf der anderen Seite belegt. Es ergiebt sich aus dieser Anordnung, daß das Instrument mit Umdrehung anwendbar ist, und daß man, wenn es gut regulirt ist, dieselbe Visirlinie erhält, gleichviel ob man mit der einen oder der anderen Fläche des Spiegels visirt. Diese Einrichtung macht die Berichtigung des Instrumentes sehr leicht und erlaubt, jeden Augenblick die Prüfung anzustellen, ob das Instrument gut regulirt sei.

Sollte dises nicht der Fall sein, so berichtigt man es, indem man die Schraube L, welche auf den Spiegel wirkt und die Neigung desselben verändert, vor- oder zurückschraubt.

Diese Art der Rectification setzt voraus, daß die beiden Seiten des Spiegels einander parallel sind. Bekanntlich läßt sich dieser Parallelismus leicht herstellen, und er ist vom Mechanikus geprüft, ehe er das Instrument verkauft, und kann nachher nicht gestört werden. Hrn. de la Vatoublère, Civilingenieur, verdanken wir das Princip dieser Berichtigung.

Das Messen und Verzeichnen der Gefälle.

Um dieses Instrument zum Messen und Verzeichnen der Gefälle geschickt zu machen, bringt man die Stange J, (Fig. 1) mit ihrem Gewicht I versehen, in das Loch M des Pendels C; letzterer hält sich alsdann in einer geneigten Lage, und man ist genöthigt, um zu beobachten und die Schwingungen frei zu lassen, auch die Röhre F, welche den ganzen Apparat enthält, geneigt zu halten. Wenn er sich also auf einem Fußgestelle (Stative) befindet, so muß dieses Gestell mit einem hölzernen Knie T (Fig. 4) versehen sein, welches in die Röhre F paßt; oder mit einem kupfernen Knie T′ (Fig. 5), welches in den Stöpfel H paßt.

Um Gefälle mit diesem Instrumente zu verzeichnen oder zu messen, braucht man bloß die Stange J (Fig. 1) in Theile zu theilen, die gleich weit von einander entfernt sind. Sie entsprechen den Tangenten der Gefälle, welche durch die Visirlinie angegeben sind. Wenn man durch Herausziehen der Stange bis auf das Gefäll von 20 oder 36 Proc. z. B. gekommen ist, so erhält man die anderen Gefälle bis zu 70 Procent, indem man den massiven Cylinder I herauszieht, welcher in die Röhre J bis an das Zeichen, welches er trägt, zurückkehrt, worauf man sich der zweiten Nummerirung der Röhre J bedient, indem man die Abtheilungen am Ende der Röhre M′ abliest, die man beliebig am Pendel anbringt. Man muß Sorge tragen, es von der Seite der Schraube L zu schrauben und die Röhre J in die Röhre M′ von derselben Seite einzusetzen. Die Steigungen werden sich dann immer auf der Spiegelfläche, welche der Schraube L entspricht, und die Gefälle auf der entgegengesetzten Seite beobachten lassen, so daß, wenn man eine Steigung beobachtet hat und nun ein Gefälle beobachten will, man M′ losschrauben und die gegenüber liegende Seite des Spiegels auf die vordere Seite bringen und M′ an der Seite L wieder aufschrauben muß. Bei der Libelle der Fig. 3 hat man nichts dergleichen zu thun.

Die Theilung der Röhre j in gleiche Theile gründet sich auf die De-

monstration eines Lehrsatzes der Statik, welche wir dem Genie-Capitain Herrn Goulier verdanken. Es seien D (Fig. 6) die Aufhängungsachse des Pendels, P sein Gewicht in seinem Mittelpunkte der Schwere O concentrirt; die Linie DO ist dem Spiegel parallel. Es sei P′ das Gewicht der Stange J und der Masse I, in welche dieselbe ausläuft, concentrirt in ihrem Mittelpunkt der Schwere O′, M das Loch, in welchem die Stange J sich verschiebt. Da es sich um die Bewegung um die Achse D herum handelt, so kann man das Gewicht P durch ein anderes P″ in M angebrachtes und durch das Verhältniß $P'' \times DM = P \times DO$ bestimmtes ersetzen. Da das theoretische System der Gefällibellen so auf das Gewicht P″, in M und an der Stange J angewendet, die sich im Loche M bewegt, reducirt ist, so wird ihr Mittelpunkt der Schwere immer auf die Stange J in einem Punkt F gerichtet sein, z. B. $P'' \times MF = P' \times FO'$. DF wird sich nach der Verticalen richten, und der Winkel PDF $= \varphi$ wird derjenige sein, den der Spiegel mit dieser Verticalen bildet.

Die Gleichung $P'' \times MF = P' \times FO'$ kann in folgende umgewandelt werden: $\frac{P'' + P'}{P'} = \frac{FO' + MF}{MF} = \frac{MO'}{MF}$; oder $\frac{\text{tang. } \varphi}{R} = \frac{MF}{MD}$, also $\frac{\text{tang. } \varphi}{R} = \frac{MO'}{MD} \times \frac{P'}{P'' + P'} = C \times MO,$ wenn man die Constante $C = \frac{P'}{MD\,(P + P')}$ macht. Wenn n die veränderliche Zahl von Abtheilungen ist, die auf der Stange J in M verzeichnet sind, und wenn n′ die constante Zahl der in O′ verzeichneten Abtheilungen ist, so erhält man:

$$MO' = n - n'; \ \frac{\text{tang. } \varphi}{R} = Cn - Cn' = Cn - C' \ldots.. (1);$$

was auf die zuerst angegebene Gleichung hinauskommt, und in welcher man folglich $C' = Cn'$ bekommt.

Wenn man die Abtheilungen von O′ an rechnet, so erhält man:

$$n' = o, \text{ und } \frac{\text{tang. } \varphi}{R} = Cn' \ldots. (2).$$

Wenn man endlich die Abtheilungen so macht, daß $Cn = N$ wird, so erhält man $\frac{\text{tang. } \varphi}{R} = N$; das heißt: die Tangenten der Abhänge entsprechen den gleichen Abtheilungen der Stange J.

In der Praxis gestatten zwei Beobachtungen, durch welche man direct die Tangente φ erfährt, entweder C und C′ in der Gleichung (1), wenn die Abtheilungen im Voraus auf die Stange J verzeichnet sind, zu bestimmen, oder diese Abtheilungen so zu verzeichnen, daß man, wie in der Gleichung (2) $\frac{\text{tang. } \varphi}{R} = N$ erhält.

Die Stange J (Fig. 1) sitzt immer im Loche M des Pendels an derselben Seite, nämlich an der Seite der Feder, welche das Gleiten derselben verhindert.

Wenn das Instrument keine Hülle hat, so lies't man die Abtheilungen da, wo die Oberfläche des Pendels die Stange J schneidet; denn man kann sie nicht an der Schneidungsstelle der Fig. 6 angegebenen theoreti-

schen Achsen ablesen. Will man einen Höhenwinkel aufnehmen, so visirt man durch diejenige Seite des Spiegels, welche der Schraube L entspricht; ist es dagegen ein Gefällswinkel, so visirt man durch die andere Seite.

Hat das Instrument eine Hülle, wie in Fig. 1, so lies't man die Abtheilungen am Ende der kleinen Röhre ab, welche dem Loche M als Ansatzstück dient. Für diesen Zweck eben tritt es auf der Hülle hervor und läßt sich abschrauben.

Wenn man mit der Libelle Gefälle untersucht, so muß man immer die Achse D ganz horizontal halten; dieses läuft darauf hinaus, die Achse des Cylinders G in der verticalen Ebene des beobachteten Gefälles zu erhalten. Wenn man das Instrument in der Hand hat, so wird man dazu fast schon durch sein Gewicht bestimmt, welches dahin strebt, das Instrument, in diese Lage zu bringen, und befindet sich das Instrument auf einem Stative, so kann man leicht erkennen, ob es dieser Bedingung entspricht. Diese Bedingung fällt aber weg, sobald das Pendel eine doppelte Aufhängung hat, und einige Instrumente sind so eingerichtet; aber man glaubt, sich mit einer einzigen Aufhängung begnügen zu können. Die doppelten Schwingungen machen die Beobachtungen schwierig.

Libelle, auf das Spiegelpendel und seine Achse (Fig. 3) reducirt.

Nach dem Rathe des Herrn General-Lieutenant de Fleury reducirt man das Instrument auf seinen einfachsten Ausdruck, indem man nur das Pendel C mit seinem Spiegel B und seiner Achse behält. In diesem Zustande kann man damit noch sehr gut mit der Hand operiren und selbst Gefälle aufnehmen; aber es ist dann dem Winde mehr ausgesetzt und kann nur mittelst einer Ringschraube auf ein Stativ gebracht werden, indem man dieselbe an der einen Seite des Statives befestigt und an der andern in einen kleinen Cylinder eintreten läßt, der für diesen Zweck am obern Theile der Libelle angebracht ist. Dieser kleine Cylinder ist in Fig. 3 nicht angegeben.

Libelle, welche als Goniometer dient.

Die Basis der Röhre F (Fig. 1 und 2) kann leicht von 5 zu 5 Graden getheilt werden, und ein entsprechender Theil des mit Messing beschlagenen Kniees T (Fig. 4) kann die Stelle des Nonius vertreten.

Wenn das Instrument mit einem Stative versehen ist, so kann man sich alsdann desselben zum Messen der Horizontalwinkel bis ziemlich auf einen halben Grad bedienen. Die Linie, welche durch das Auge und sein Bild gebildet wird, dient als Alhidade, und sie ist sehr genau. Es ist sehr zu bedauern, daß der Kreis, wegen seiner geringen Größe, nicht mehr Abtheilungen erhalten kann. Diese Einrichtung ist weder auf dem Knie (Fig. 4), noch auf dem Instrumente (Fig. 2) ausgeführt oder angezeigt.

Die vollständige Libelle kostet 35 Frs.; reducirt auf das Spiegelpendel kostet sie nur 15 Frs.; mit dem Rohre F kostet sie 18 Frs., und in letzterer Gestalt thut man am besten, sie zu kaufen. Man kann sich übrigens zuerst die Libellen für 15 oder 18 Frs. kaufen und später die Stange zum Messen der Gefälle verlangen, nur muß dann der Mechanikus das Instrument zum Eintheilen der Stange J erhalten.

Die Boussole.

(Recognoscirungs-Boussole für Militärs, Reisende, Geologen &c., con-

struirt von Herrn Gravet, rue Cassette, 14, nach den Zeichnungen des Geniecommandanten Leblanc.) —

Jeder Reisende, der ein Land erforscht, muß mit einer tragbaren Boussole versehen sein, um sich zu orientiren, wenn er die Sonne nicht mehr sieht; und soll dieselbe vollkommen sein, so muß er sich derselben nicht allein mit der Hand bedienen, sondern sie auf ein Stativ stellen können, um damit die Horizontalwinkel aufzunehmen. Man muß sie auch in vorkommenden Fällen auf ein kleines Brettchen M (Fig. 7 und 8, Taf. 24) stellen können, um sie mittelst kleiner Striche d, welche man auf die Quadrate des Grundrisses verzeichnet, zu orientiren.

Die Boussole, welche wir hier vorlegen, scheint allen diesen Bedingungen zu entsprechen; sie hat die Gestalt einer Uhr, die in der Regel für diese Art von Instrument angenommen wird; sie enthält das kleine Pendel P, welches zur Beobachtung der verticalen Winkel schon im Gebrauche war.

Die Zusätze zu dieser Boussole bestehen nun in folgenden:

1) ein kleiner flacher Theil bb ist an der Seite befestigt und dient zum Visiren, um Horizontal- oder Verticalwinkel aufzunehmen. Für diese letztern gewährt er hauptsächlich Vortheil, wenn der Beobachter Gefälle aufnehmen will, die nicht in seinem Auge endigen, wie es z. B. bei der Silhouette eines entfernten Berges der Fall ist;

2) die untere Seite der Boussole ist mit einem Loche mit Muttergewinden C (Fig. 7) versehen, um die Boussole an ein Brettchen mittelst der Schraube d, oder auf einem Stative mittelst des Kniees T (Fig. 5) zu befestigen, welches demjenigen ähnlich ist, das bei Burel's Libelle beschrieben worden ist. Sie werden an der Boussole wie der Schlüssel in einer Uhr befestigt;

3) ein kleiner Spiegel A zur Hälfte auf der einen Seite, zur Hälfte auf der andern belegt, und sich um ein Scharnier F (Fig. 7 und 8) bewegend, ist über der Oese der Boussole angebracht. Dieser kleine Spiegel kann als Reflexions-Alhidade benutzt werden, wenn sich die Boussole auf einem Stative befindet und selbst wenn man mit ihr in freier Hand operirt.

Befindet sich die Boussole auf einem Stative, so visirt man die Steigungswinkel durch den oberen Theil und die Gefällswinkel durch den unteren Theil des Spiegels.

Wenn man die Boussole in der Hand hält, so kann das unter der Boussole befindliche Auge, um die Gefällswinkel zu visiren, zu gleicher Zeit den Grad ablesen, welchen die Zeigernadel anzeigt; aber für die Steigungswinkel könnte das unter der Boussole befindliche Auge, um in die andere Seite des Spiegels A zu visiren, die Grade nicht ablesen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, kam der Capitain des Etat-major, Hr. Hossard, auf den Gedanken, eine Portion A' des Glases der Boussole zu belegen; man kann alsdann das Bild des Augapfels im Spiegel A' erblicken und es in dieselbe verticale Ebene mit dem Bilde des anvisirten Punktes, wie er im Spiegel A reflectirt wird, zusammenfallen lassen. Wenn die senkrechten Ebenen in A und in A' zusammenfallen, so bilden sie eine Ebene, welche auf das Scharnier F senkrecht gerichtet ist, und folglich eine neue Reflexions-Alhidade von solcher Beschaffenheit, daß der anvisirte Punkt, wenn er über dem Auge liegt, auch zugleich über der

Boussole liegen kann, sodaß man die durch die Zeigernadel angegebenen Grade lesen kann. Ein kleiner Nagel g, welcher an der Zeigernadel der Boussole angebracht ist, erlaubt durch eine geringe Neigung desselben eine Reibung gegen das Glas auszuüben und die Schwingungen zu hemmen.

Wenn der Spiegel A auf zwei Seiten belegt ist, wie diejenigen der Libelle des Hrn. Burel, so kann man die Boussole auch als Libelle benutzen. Für diesen Zweck genügt es, an der Oese der Boussole eine kleine Schraube anzubringen, auf welche sich der Spiegel stützt, und die dazu dient, die Verticalität des Spiegels zu reguliren, wenn man die Boussole an einem Bande HH (Fig. 7 und 8) aufhängt. Dasselbe Band, welches in H auf den gegenüber liegenden Theil der Boussole übergeht, gestattet auch, dieselbe an einer gespannten Schnur aufzuhängen und sie zur Bestimmung der Richtungen in den Grubenbauten zu benutzen.

Fernrohr.

(Recognoscirungs-Fernrohr mit Support und Mikrometer zur Bestimmung der Entfernungen, construirt von Herrn Gravet, nach den Zeichnungen des Genie-Commandanten Herrn Leblanc.)

Nachdem man sich eine Libelle und eine Boussole verschafft hat, bedarf man noch eines dritten nicht minder nützlichen Instrumentes, nämlich eines Fernrohres, nicht allein um entfernte Gegenstände deutlich zu erkennen, sondern auch um Entfernungsbestimmungen zu machen, indem man seinem Focus ein Mikrometer hinzufügt. Um das Fernrohr tragbar und hell zu machen, thut man besser, sich mit einem Fernrohre zu begnügen, in welchem man die Gegenstände verkehrt erblickt. Dieses hat für Personen, die an den Gebrauch der Fernrohre gewöhnt sind, keine Unbequemlichkeit. Ein kleines Mikrometer, wo der Millimeter in 8 oder 10 Theile getheilt, ist ausreichend, um schon mit hinlänglicher Schärfe Entfernungsbestimmungen zu machen und zwar mittelst der Formel $X = \frac{H}{h} \varphi$, in welcher X die Entfernung eines Gegenstandes vom Objectiv, H die Größe des Objectes, h die Zahl der Abtheilungen, die das Object auf dem Mikrometer bedeckt, und φ einen beständigen Coefficienten bezeichnet, welcher durch einen Versuch bestimmt wird, bei dem man X, H und h kennt. Es ist der Focalabstand des Objectives gemessen in Theilen des Mikrometers.

Um eine Beobachtung mit einem Fernrohre gut auszuführen, muß man letzteres befestigen können. Dieses läßt sich leicht bewerkstelligen mittelst einer Schraube, die mit dem Fernrohr durch eine Scharnierbewegung, wie diejenige der Cirkelköpfe, in Verbindung steht.

Der Schraubnagel wird an einem Stative, an einem Baume u. s. w. befestigt, und das Fernrohr kann auf den gewünschten Punkt gerichtet werden. Man findet bei Herrn Gravet, rue Cassette 14, Fernröhre, die allen Bedingungen entsprechen und welche genau die Größe der Libelle Burel's haben; man kann übrigens den Schraubnagel und das Mikrometer auch an einem gewöhnlichen Fernrohre befestigen, in welchem man die Gegenstände nicht umgekehrt erblickt.

Barometer.

(Baro-Thermometer des Herrn Bodeur.)

Herr Bodeur, Ingenieur und Verfertiger mathematischer Instrumente, hat der Société géologique im Jahre 1838 zwei Instrumente zum Messen des atmosphärischen Druckes von so kleinen Dimensionen vorgelegt, daß sie dabei äußerst tragbar sind. Er giebt ihnen den Namen Baro-Thermometer. Diese Instrumente gründen sich auf das Gesetz der gleichförmigen Ausdehnung der Gase bei Zunahme der Temperatur und unter constantem Druck, welches Mariotte entdeckt und welches Gay-Lussac durch seine Versuche bestätigt hat. Dieses Gesetz ermöglicht es, ein Gasthermometer zu construiren, welches unter einem bestimmten Druck der Temperaturwechsel mit eben so viel Genauigkeit, als die gewöhnlichen Thermometer anzeigt. Wenn aber der Druck sich verändert, so würde ein so construirtes Thermometer mit einer für den primitiven Druck construirten Schale, einen höheren Grad angeben, wenn der Druck sich vermindert, und einen niederen, wenn derselbe zugenommen hat, weil das Volumen der Gase bei einer Temperatur im umgekehrten Verhältnisse zum Drucke steht, den es erfährt. Die Vergleichung eines Gasthermometers mit einem Quecksilber- oder Weingeistthermometer, Substanzen, welche incompressibel sind, und deren Volumen sich nur in Bezug auf die Temperatur verändert, kann deßhalb durch ihre Differenzen die Variationen des atmosphärischen Druckes anzeigen. Auf dieses Princip nun sind die Baro-Thermometer des Herrn Bodeur gegründet.

Herr Bodeur hat ihnen zwei Hauptformen gegeben. Die eine ist ein Kästchen von ungefähr 25 Centimeter Länge, 8 Centimeter Breite und 4 Centimeter Dicke, welches ein gewöhnliches Quecksilber- oder Weingeistthermometer enthält und daneben ein Thermometer mit comprimirtem Gas, bestehend aus einer nicht capillären Röhre, an ihrem oberen Ende offen und mit dem unteren Ende bis beinahe auf den Boden einer hermetisch geschlossenen Kapsel, die zum Theil mit Wasserstoffgas (das Wasserstoffgas wird angewendet, weil es keine merkliche Wirkung auf das Quecksilber hat) und zum Theil mit Quecksilber gefüllt ist, welches auch in der Röhre emporsteigt, eintauchend. Dieses Gasthermometer ist comparativ mit dem gewöhnlichen Thermometer unter dem atmosphärischen Druck graduirt, welcher demjenigen einer Quecksilbersäule von 0,m762 (28 pariser Zoll) Höhe gleich ist, sodaß die beiden Thermometer, welches auch die Temperatur unter diesem Druck sein möge, denselben Grad anzeigen. Wenn der atmosphärische Druck zunimmt, wird das Wasserstoffgas comprimirt, und die Quecksilbersäule im Gasthermometer zeigt einen niederen Grad als diejenige des gewöhnlichen Thermometers an; wenn dagegen der Druck abnimmt, so dehnt sich das Wasserstoffgas aus, und das Quecksilber des Gasthermometers zeigt einen höheren Grad als dasjenige des gewöhnlichen Thermometers an. Da es nun bekannt ist, daß die Gase unter einem und demselben Drucke ihr Volumen verdoppeln bei einer Temperaturerhöhung von $266\frac{1}{3}^{\circ}$ C., und daß folglich die Zunahme des Volumens für den Grad $\frac{3}{800}$ ihres primitiven Volumens beträgt; da es auch bekannt ist, daß das Volumen der Gase sich umgekehrt verhält, wie der Druck, den sie erfahren: so würde es leicht sein, den Druck zu berechnen, welcher eine Differenz hervorgebracht hat, weil man nämlich kennt:

1) das primitive Volumen des Gases bei 0° und 0,m762 Druck;

2) das Volumen, welches das Gas besaß bei der Temperatur im

Augenblicke der Beobachtung und bei demselben Drucke, ein Volumen, welches durch den Grad des gewöhnlichen Thermometers gegeben wird;

3) das wirkliche Volumen in diesem Moment.

Es sei deßhalb A das primitive Volumen des Gases bei 0° und 762 Millimeter Druck, t die Temperatur im Augenblicke der Beobachtung, wie sie das gewöhnliche Thermometer giebt; das Volumen V des Gases bei 762 Millimeter Druck, und bei dieser Temperatur wird $V = A \left(1 + \frac{3\,t}{800}\right)$ sein; es sei V' das wirkliche Volumen des Gases, welches man erhält, wenn man zusetzt oder abzieht vom Werthe von V das Volumen der Röhrenportion, welche zwischen dem durch das Quecksilber angezeigten Grad und den Grad t liegt; der gesuchte Druck wird ausgedrückt werden durch die Proportion

$$V : V' = p : 0,^{m}762, \text{ woraus sich ergiebt}$$

$$p = \frac{V \times 0,^{m}762}{V'}.$$

Herr Bodeur hat, um diese Berechnung zu vermeiden, zwei Systeme ausgesonnen. Das erste besteht aus einem kreisförmigen Nonius aus Messing, der sich um seinen Mittelpunkt bewegt, und zwar in der Mitte eines doppelten Zifferblattes. Man stellt den Zeiger des Nonius vor die Ziffer des Zifferblattes, welche die Anzahl Grade der wirklichen Temperatur anzeigt, die das gewöhnliche Thermometer angegeben hat. Man sucht nun auf dem Zifferblatt die Ziffer, welche dem Grade des Gasthermometers entspricht, und die Zahl der Abtheilungen des Nonius, welche zwischen diesen beiden Punkten liegen, giebt die Zahl der Millimeter, welche man zu 762 Millimetern hinzu addiren oder davon abziehen muß, um das Maß des Druckes zu erhalten. Das andere System ist eine graduirte Säule, zwischen den beiden Thermometern angebracht. Man setzt die Ziffer 762 oben über das gewöhnliche Thermometer, und die Zahl der Abtheilungen zwischen diesem Punkte und der Höhe des Gasthermometers giebt das Maß für die Differenz des Druckes.

Dieses Instrument ist äußerst empfindlich, und diejenigen, welche man bei Herrn Bodeur findet, geben eine Zunahme oder eine Abnahme des Druckes von 2½ Millimeter auf 1 Millimeter der gewöhnlichen Barometer. Man könnte dieses Instrument demnach nicht auf hohen Bergen zum Messen der Höhen anwenden, ohne die Röhre des Gasthermometers so zu verlängern, daß das Instrument dadurch weit weniger portativ würde.

Herr Bodeur hat seinem Instrumente eine andere Form gegeben, welche gestattet, sehr beträchtliche Höhen zu messen, und zwar bei einem Volumen, welches für diesen Zweck sehr bequem ist. Das Instrument besteht aus einer gut calibrirten Glasröhre, die im Kreise zusammengewunden ist, und folglich ins Unendliche verlängert werden kann, wenn man sie schneckenförmig anordnet und sie mehrere Umgänge machen läßt. Eins der Enden der Röhre ist geschlossen; man füllt sie mit Wasserstoffgas, welches von der atmosphärischen Luft durch einen Quecksilbertropfen abgesperrt wird. Da die Röhre um die Achse des Cylinders, um welchen sie sich windet, beweglich ist, so wird sie durch das Gewicht des Quecksilbers genöthigt, sich zu drehen in dem Maße, als das Quecksilber sein Volumen verändert. Das Quecksilber nimmt immer den unteren Theil ein. Die Röhre muß so graduirt werden, daß sie das genaue Maß der Temperatur

unter dem Druck einer Quecksilbersäule von 762 Millimetern giebt. Wenn der Druck zunimmt, so dreht sich die Röre dergestalt, daß sich das Quecksilber dem Fuße weit mehr nähert, als es beim primitiven Drucke der Fall war; die Röhre dreht sich in entgegengesetzter Richtung, und das Quecksilber entfernt sich vom Fuße, wenn der Druck mehr abnimmt, als es die Temperatur erheischt. Die unter dieser Form von Herrn Bodeur construirten Instrumente besitzen eine vier- bis fünf Mal größere Empfindlichkeit, als die vollkommensten Barometer. Er hat daraus ein Instrument des Luxus gemacht, indem er es an der Spitze einer geschmackvollen Pyramide befestigte. Als Reisebarometer müßte die Röhre mehrere Umgänge machen, sodaß sie in der Entwickelung zwei bis zwei und ein halb Meter Länge besitzt, und in solcher Gestalt könnte sie in einem Kasten von 30 Centimeter ins Gevierte eingeschlossen werden. Derselbe könnte zugleich dem Instrumente als Stativ dienen, und alle leeren Räume desselben könnten benutzt werden. Da aber der messingene Kreis, welcher an dem bereits beschriebenen Instrumente des Herrn Bodeur als Nonius dient, sich nicht an einer Röhre würde anbringen lassen, welche mehrere Umgänge macht, so könnte man im Voraus die nothwendigen Tafeln berechnen, um den Druck der Atmosphäre durch Vergleichung des Gasthermometers mit dem gewöhnlichen Thermometer zu messen.

Hier folgen die barometrischen Tabellen des Herrn Delcros, welche auf gewöhnliche Barometer anwendbar sind, und auch zur Berechnung der Höhen nach Bodeur's Thermometer benutzt werden können.

Erste barometrische Tabelle des Herrn Delcros (Argumente H und H').

Höhe des Barometers H.	Werth des log. H × 18, 393 m.	Differenz für 1 Millimeter.
Millimeter.	Meter.	Meter.
400	3073,7	19,846
405	3172,9	19,602
410	3270,9	19,366
415	3367,8	19,132
420	3463,4	18,908
425	3558,0	18,686
430	3651,4	18,468
435	3743,7	18,260
440	3835,0	18,050
445	3925,3	17,852
450	4014,5	17,654
455	4102,8	17,458
460	4190,1	17,272
465	4276,5	17,088
470	4361,9	16,906
475	4446,4	16,728
480	4530,1	16,554
485	4612,8	16,388
490	4469,8	16,220
495	4775,9	16,054
500	4856,1	15,898
505	4935,6	15,740

Höhe des Barometers H.	Werth des log. H × 18,393 m.	Differenz für 1 Millimeter.
Millimeter.	Meter.	Meter.
510	5014,3	15,586
515	5092,3	15.436
520	5169,4	15,290
525	5245,9	15,142
530	5321,6	15.000
535	5396,6	14 862
540	5470,9	14,724
545	5544,5	14,590
550	5617.5	14,458
555	5689.8	14,330
560	5761,4	14,198
565	5832,4	14.078
570	5902,8	13,952
575	5972,6	13,832
580	6041,7	13,714
585	6110,3	13,596
590	6178,3	13,482
595	6245 7	13.370
600	6312,5	13,258
605	6378,8	13.148
610	6444.6	13,042
615	6509,8	12,936
620	6574,5	12,832
625	6638,6	12,730
630	6702.3	12,630
635	6765,4	12,530
640	6828.1	12,434
645	6890,2	12,336
650	6951,9	12,242
655	7013,1	12,148
660	7073,9	12,058
665	7134,2	11,968
670	7194,0	11,876
675	7253.4	11,792
680	7312,3	11,704
685	7370.9	11,618
690	7428,9	11,534
695	7486,6	11,454
700	7543,9	11,370
705	7600,7	11.290
710	7657,2	11,212
715	7713,2	11,134
720	7768,9	11,056
725	7824,2	10,980
730	7879,1	10,904
735	7933,6	10,832
740	7986,8	10,758

Höhe des Barometers H.	Werth des log. H × 18,393 m.	Differenz für 1 Millimeter.
Millimeter.	Meter.	Meter.
745	8041,6	10,686
750	8095,0	10,616
755	8148,1	10,546
760	8200,8	10,476
765	8253,2	10,406
770	8305,2	10,342
775	8356,9	10,274
780	8408 3	10,208
785	8459,3	10,142
790	8510,0	10,080

Zweite barometrische Tabelle des Herrn Delcros.

Mittlere Sexagesimal-Breite.		Correction für 100 Meter.	Mittlere Sexagesimal-Breite.		Correction für 100 Meter.
+	—	Meter.	+	—	Meter.
0°	90°	0,284	34°	56°	0,106
2	88	0,283	36	54	0,088
4	86	0,281	38	52	0,069
6	84	0,278	40	50	0,049
8	82	0,273	42	48	0,030
10	80	0,267	44	46	0,010
12	78	0,259	45	45	0,000
14	76	0,250			
16	74	0,241			
18	72	0,230			
20	70	0,217			
22	68	0,204			
24	66	0,190			
26	64	0,175			
28	62	0,159			
30	60	0,142			
32	58	0,124			

Ein Versuch nach den Tabellen des Herrn Delcros.

Am 16. Julius 1811 um 10 Uhr des Morgens haben die Herren Herrenschneider und Delcros, der erste zu Straßburg, der andere auf dem Gipfel des Riesen in der Schweiz, die betreffenden barometrischen Höhen H und H′, die Temperaturen ihrer Instrumente T und T′, und die Temperaturen der Luft t und t′ beobachtet und gefunden:

$$H = 733,^{\text{mill.}}68 \qquad H' = 580,^{\text{mill.}}97$$
$$T = +\ 24^{0},4 \qquad T' = +\ 13^{0},9$$
$$t = +\ 26^{0},9 \qquad t' = +\ 13^{0},5$$

Daraus ergiebt sich $T' - T = -\ 10^{0},5$; $t + t' = 40^{0},4$.

Aber das Ablesen der barometrischen Höhe von einer messingenen Skale macht wegen der ungleichen Ausdehnung des Metalles und des Quecksilbers im Glase eine Correction nöthig, die darin besteht, daß man

vom absoluten Werthe von T′ — T den zehnten Theil abzieht, wodurch man erhält:

$$\tfrac{9}{10}\,(T' - T) = -\,9{,}^{o}45.$$

(Diese Correction, welche für das Ernst'sche Barometer berechnet worden ist, ist ohne Zweifel derjenigen, welche für das Baro-Thermometer des Herrn Bodeur in Anwendung zu bringen ist, nicht vollkommen gleich.)

Die erste Tabelle mit dem Argument H = 753,68 giebt:

$$8095{,}0 + (10{,}62 \times 3{,}68) = 8134{,}^{m}1$$

und mit dem Argumente H′ = 580,97 giebt sie

$$6041{,}7 + (13{,}71 \times 0{,}97) = 6055{,}^{m}0$$

$$\text{Differenz: } A = 2079{,}^{m}1$$

Die Correction für die Temperatur des Quecksilbers ist

$$\tfrac{3}{2}\,(T' - T = -\,(9{,}45 + 4{,}72) = C = -\,14{,}^{m}2$$

$$A' = 2064{,}^{m}9$$

Die zweite Tabelle giebt als Correction für die mittlere Breite von 47°,5 eine negative Größe

$$-\,(0{,}025 \times 20{,}6) = C' - -\,0{,}^{m}5.$$

Die Differenz des Niveaus der beiden Barometer betrug also . . . . = A = 2064,^m4

Nun befand sich das Instrument auf dem Riesen 1,^m80 unter dem Gipfel, und zu Straßburg befand es sich 145,^m0 über dem Meeresspiegel; man addire also zu 145,^m0 — 1,^m8 . . . . = 143,2

Man findet für die Höhe des Riesengipfels über dem mittleren Meeresspiegel . . . . 2374,^m4.

Im **Annuaire du Bureau des Longitudes** findet man alle Jahre eine Tabelle, um die Höhen der Berge nach barometrischen Beobachtungen zu berechnen. Sie rührt von Herrn Oltmanns her, und nach den Redacteurs des **Annuaire** ist diese Tabelle bis jetzt unter allen noch bekannt gemachten die bequemste. Eine Erläuterung durch wirkliche Fälle macht die Anwendung derselben deutlich. Wir enthalten uns der Mittheilung dieser Tabellen in diesem Buche, weil das **Annuaire du Bureau des Longitudes** ein treffliches, sehr wohlfeiles und allgemein verbreitetes Werk ist.

Man hat häufig nöthig, die Temperatur von Erdtiefen zu kennen; bei unsern Bohrarbeiten nehmen wir dergleichen thermometrische Messungen mit dem Bunten'schen Thermometer für Maxima und Minima vor. Die Indexthermomether werden ebenfalls in sehr vielen Fällen angewendet, so daß wir es für überflüssig halten, von diesen Instrumenten eine specielle Beschreibung zu geben.

Neuntes Capitel.

Angabe der Preise, für welche Herr Degousée die zum Abbohren erforderlichen Werkzeuge und Maschinen liefert.

Schraubenstangenschlösse aus Schmiedeeisen, das Paar, d. h. männlicher und weiblicher Theil von 0,m60 — 1m Länge . . das Kilogr. 3 Frs.

Das Stangenschloß	Nro. 1	wiegt . . .	22 Kilogr.
=	= 2	= . . .	18 =
=	= 3	= . . .	14 =
=	= 4	= . . .	9 =
=	= 5	= . . .	6 =
=	= 6	= . . .	5 =

Das Uebergewicht, in Bezug auf obige Angabe, an Eisen in einer Lieferung wird mit 1 das Kilogramm bezahlt.

Die Bohrstangen obiger Nummern sind an Länge verschieden; das viereckige Eisen ist so dick wie die nicht mit Gewinden versehene Portion der Stangenschlösse.

Der Preis der Bohrstangen mit Inbegriff der Stangenschlösse beträgt:

von 7 — 8	Meter Länge und	0,m045	bis 0,m055	Dicke .	1 Fr.	50 Cent.
von 5 — 7	= =	= 0,m033	= 0,m045	= . .	1 =	60 =
von 3 — 5	= =	= 0,m026	= 0,m045	= . .	1 =	80 =
von 2 — 3	= =	= 0,m022	= 0,m045	= . .	2 =	30 =
von 1m	= =	= 0,m018	= 0,m045	= . .	3 =	— =

Hölzerne, in ihrer ganzen Länge mit Eisen beschlagene Bohrstangen kosten der laufende Meter 20 Frs.

Von den hohlen eisernen Bohrstangen kostet der laufende Meter 25 Frs.

Von den Bohrkrückeln mit Ring und Auge, mit einfachem Ring oder Frictionsrädchen kostet das Kilogramm 3 Frs.

Von den Bohrwirbeln zum Anheben des Bohrers und andern Bohrwirbeln kostet das Kilogramm 3 Frs.

Von Stangenhaken kostet das Kilogramm 2 Frs. 50c.

Von Drehschlüsseln kostet das Kilogramm 2 Frs.

Von Drehhebeln mit Druckschrauben, Keil, Charnier oder Vorsteckstiften, kostet das Kilogramm 3 Frs.

Offene Bodenbohrer, das Kilogr. 4 Frs.

Schneckenbohrer, das Kilogr. 4 Frs.

Sandbohrer mit Bohrspitze und Ventil, das Kilogr. 3 Frs. 50c.

Schmandlöffel mit Kugelventil und Schnecke, das Kilogr. 3 Frs. 50c.

Desgleichen mit Kugelventil und Henkel, das Kilogr. 3 Frs.

Meißelbohrer und Werkzeuge zum Durchsinken des Gesteins das Kilogr. 3 Frs.

Meißelbohrer aus Gußstahl mit Einsatzklingen, das Kilogr. 5 Frs.

Erweiterungswerkzeuge mit Schraube oder Federn, das Kilogr. 4 Frs.

Fangwerkzeuge, einfache, mit Schraube oder mit Federn, das Kilogr. 4 und 5 Frs.

Werkzeuge zum Zerschneiden oder Ausziehen der Röhren mit allen Wechselstücken, das Kilogr. 4 und 5 Frs.

Werkzeuge zur Prüfung des durchsunkenen Terrains, das Kilogr. 4 Frs.

Beschläge der Bohrgerüste, Flaschenzüge, Wellen, Beschläge der Hebel und Schwengel, das Kilogr. 2 — 2½ Frs.

Das Wechselstück des Hrn. von Oeynhausen mit Schieber, das Kilogr. 5 Frs.

Kettentaue, Ketten zum Ausrücken, das Kilogr. 2 Frs.

Haspel mit einfachem oder doppeltem Zahnradvorgelege, mit beweglichen Lagern, mit einem Rade mit Wellfüßen oder mit Ausrückevorrichtung, das Kilogr. 1 Frs. 80c. bis 2 Frs. Das Gewicht der Haspel variirt von 300 bis zu 2000 Kilogr.

Specielle Werkzeuge für Ausnahmsfälle, je nach ihrer Complication, das Kilogr. von 4 — 6 Frs.

Vernietete Eisenblechröhren mit Beschlägen, je nach dem Durchmesser, das Kilogr. 1 Fr. 80 Cent. bis 2 Frs.

Röhren aus galvanisirtem Eisen gezogen, das Kilogr. 2 Frs.

Röhren aus Kupfer, das Kilogr. 4 Frs.

Röhren aus Eichenholz, der laufende Meter, je nach dem Durchmesser, von 12 bis 24 Frs.

Werkzeuge zum Nieten der Röhren während des Einziehens, das Kilogr. 2 Fr. 50 Cent.

Die Bohrer variiren je nach den Nummern, den Längen und den Durchmessern im Preis und im Gewicht.

Nro.	1	von	300	bis	500	Meter,	5 Durchmesser	kostet	18000	bis	25000 Frs.
"	2	"	150	"	300	"	, 4	" "	9000	"	15000 "
"	3	"	60	"	150	"	, 2	" "	1000	"	4000 "
"	4	"	50	"	100	"	, 2	" "	600	"	2000 "
"	5	"	30	"	60	"	, 1	" "	350	"	560 "
"	6	"	10	"	30	"	, 1	" "	240	"	450 "

Die großen Bohrapparate können in der Regel erst 1 oder 2 Monate nach der Bestellung geliefert werden, die mittleren 14 Tage und die kleineren 8 Tage nach der Bestellung; aber bei dieser Zeitbestimmung ist nicht begriffen die zum Einpacken und zum Einlegen der Bohrapparatstücke in Kisten erforderliche Zeit.

Der Bohrer mit hohlen Stangen und Drahtseil, um 7 — 800 Meter tief zu bohren, mit 5 Isolirungsröhren und allen Werkzeugen von den entsprechenden Durchmessern variirt im Preise von 25 — 40000 Frs. Mit diesem Bohrapparate kann man, ohne alles Wagniß, eine Bohrarbeit von 1000 Meter Tiefe und darüber unternehmen. Bei dieser Lieferung ist auch eine Dampfmaschine von 6 — 8 Pferdekräften mit Kessel und Zubehör enthalten, bis auf den Ofen und den Schlot, die nur an Ort und Stelle ausgeführt werden können und die man ganz entbehren kann, sobald man sich der neuen Kessel des Hrn. Betay bedient. —

Inhalt.

Erstes Capitel.
Geschichte und Theorie der Anwendung des Bergbohrers S. 1.

Zweites Capitel.
Uebersicht der Geologie. 28.
Einleitung. Definition und Zweck der Geologie. —
Muthmaßlicher Ursprung der Erde. 29.
Succesive Entwickelung ihrer Masse. —
Gegenwärtiger Zustand derselben. 30.
Systematisches Studium der festen Erdrinde. Zusammensetzung und Structur. —
Mineralien. —
Gesteine. —
Gruppe der Granitgesteine. 31.
Metamorphismus. 32.
Gruppe der porphyrischen Gesteine. 33.
Gruppe der Trachyt- und Basaltgesteine. —
Gruppe der Kalksteine. 34.
Gruppe der thonigen und thonschiefrigen Gesteine. 35.
Gruppe der Quarzgesteine. 36
Gruppe der brennbaren Gesteine. 37.
Gruppe der metallischen Gesteine. 39.
Fossilien. —
Von der allgemeinen Structur der festen Erdrinde. 41.
Von den Gebirgsformationen. 44.
Grundsätze, nach welchen die geschichteten Gebirgsformationen eingetheilt werden. 47.
Urgebirge. 48.
Uebergangsgebirge. 49.
Secundäre Gebirgsformationen. — Kohlenformation. 51.
Metallarme Gebirgsformation. — Formation des rothen Sandsteines. 53.
Formation des Zechsteines. 55.
Formation des Vogesen-Sandsteines. 57.
Triasformation. 59.
Liasformation. 60.
Jura- und Oolith- oder Rogensteinformation. —
Juraformation. 61.
Kreideformation. 63.
Formation der unteren Kreide. —
Formation der oberen Kreide. 65.
Tertiäre Formation. 67
Gruppe des oberen Süßwasserkalkes. (Dritte Süßwasserformation Brongniarts.) 69.
Gruppe der Sandsteine und des oberen Sandes. (Zweite Formation Brongniarts.) 70.
Gruppe des mittleren Süßwasserkalkes oder zweite Süßwasserbildung. —
Gruppe des mittleren Sandes und Sandsteines. 71.
Gruppe des Grobkalkes. (Erste Meerformation Brongniarts.) —
Gruppe des unteren Sandes. (Erste Süßwasserformation Brongniarts.) 72.
Summarische Uebersicht der Geologie. 73.
Alluvialformation. —
Madreporenformation. 73.
Torfformation. —
Trümmerformation. 74.
Alluvialformation. —

Tuffformation. S. 75.
Classification und Kennzeichen der plutonischen Formationen. 78.
Granitformation. —
Porphyrformation. 79.
Vulkanische Formationen. 80.
Anwendung geognostischer Kenntnisse zur Erforschung nützlicher Substanzen. 81.
Was man unter geognostischen Becken zu verstehen hat. —
Von den artesischen Brunnen. 82.
Allgemeines Aussehen der secundären und tertiären geologischen Becken, indem dabei ganz besonders der Boden Frankreichs als Typus angenommen ist. 83.
Gewöhnliche Lagerungsverhältnisse der fossilen Brennmaterialien, welche mittelst des Erdbohrers aufgesucht werden können und zwar des Anthracits, der Steinkohle, des Lignits und des Torfs. 86.
Steinsalz und Salzquellen. 89.

Drittes Capitel.

Nothwendige Kenntnisse und Pflichten eines Vorstehers von Bohrarbeiten. 92.
Muster eines Bohrjournales zur Aufsuchung von 2c. 96.

Viertes Capitel.

Von den verschiedenen Anwendungen des Erdbohrers. 97.
Vom Erdbohrer zur Erforschung der Beschaffenheit des Erdbodens. —
Zubehör zum Erdbohrer Nr. 5 und 6. 98.
Vom Einrammen der Pilotten mittelst des Erdbohrers. 99.
Von den Bohrlöchern zur Befestigung der Hängebrücken und von der Consolidirung der Säulen, welche bestimmt sind, den hohen Theil der Kettentaue zu tragen. 100.
Anwendung des Erdbohrers unter dem Meere. 101.
Horizontale Bohrlöcher. —
Die Anwendung des Erdbohrers zur Aufsuchung nützlicher Mineralien. 102.
Bohrlöcher zur Wetterloosung in Bergwerken und Steinbrüchen. 105.
Von den Senkbrunnen und ihrem Nutzen. —
Von den artesischen Brunnen oder der Aufsuchung steigenden oder springenden Wassers; einige Worte über das Verhalten unterirdischen Wassers und über die Formationen, in denen man es aufzusuchen hat; theoretische Erklärung der künstlichen Springquellen; nothwendige Bedingungen ihrer Existenz; Quellen; Infiltration des Regenwassers 2c. 109.
Beispiele gelungener artesischer Brunnen. 119.
Notiz über die merkwürdigen Variationen in der Höhe des Wasserstandes des artesischen Brunnens am Seebade von La Rochelle. 131.

Fünftes Capitel.

Von den verschiedenen Systemen des Erdbohrens. 138.
Chinesisches System. —
Vervollkommnetes artesisches, englisches und deutsches System. 140.
Schlagevorrichtung mittelst eines Rades mit Wellfüßen oder Hebebaumen. 144.
Schlagevorrichtung mittelst des Ausrückehebels. —
Preußisches System. Das Abbohren mittelst des Wechselstückes des Oberbergraths v. Oeynhausen. 147.
Bohrlöcher von großem Durchmesser. — Hölzerne Bohrstangen. — Gewöhnliche Bohrstangen in hölzernen Röhren. 151.
Französischer Bohrer der Compagnie Fremin ville. 152.
System des Herrn Fauvelle. 156.
System mit hohlem Bohrer und Seil. 159.
Von den Bohrgerüsten und den Haspeln. 164.
Von den Haspeln. 168.
Handhabung des Erdbohrers. 177.

Sechstes Capitel.

Von den verschiedenen Werkzeugen zum Abbohren und von den dabei erforderlichen Hülfswerkzeugen. 179.
Accessorische Werkzeuge. —
Steinbohrer und Meißelbohrer. 183.
Werkzeuge, welche durch Rotation in Bewegung gesetzt werden. 188.
Löffelbohrer, Bodenbohrer. —

Amerikanische Zungen- oder Schneckenbohrer. S. 189.
Englische Bohrspitzen. 190.
Krätzer oder Fuchsschwänze. —
Nachbohrer oder Glattbohrer. —
Werkzeuge zum Reinigen oder Ausräumen des Bohrloches. —
Ausleeren des Sandes mittelst der Pumpe. 194.
Soollöffel. 195.
Bohrlöcher von großem Durchmesser. 195.
Das Fallen und Streichen der Schichten zu erforschen. 198.
Fangwerkzeuge. 201.
Glückshaken. 204.
Fangmutter mit Frictionsrädchen und Klappen. 207.
Werkzeuge zum Herausziehen der Löffelbohrer mit Ventil, welche am Seile in Thätigkeit gesetzt werden. 208.
Hechtrachen (Wolfsrachen). 209.
Schraubenbohrer. —
Fangmutter oder Trompete mit Muttergewinden. —
Befestigung der Stangenschlosse mit Schraube. 210.
Beispiel der Ausförderung eines Werkzeuges. 211.
Werkzeuge und geeignete Mittel, um die gerade Richtung eines Bohrloches wieder herzustellen und dasselbe wieder auszuglätten. 212.
Horizontale Bohrlöcher. 220.
Das Abbohren in den Winkeln vor Mauern. 222.

Siebentes Capitel.

Vom Einziehen der Röhren.
Von den Isolirungs- und von den Steigröhren. 229.
Verfertigung der Blechröhren. —
Maschine zum Wölben der Blechtafeln. —
Sicherheitsröhren aus Holz. 230.
Verfertigung der hölzernen Röhren. 231.
Ineinanderfügung der Röhren. 232.
Steigröhren. 233.
Von den Operationen beim Einziehen der Sicherheits- und Steigröhren. 234.
Das Aussetzen oberflächlicher oder Alluvialschichten ꝛc. mit Röhren. —
Das Aussetzen eines Senkbrunnens mit Röhren. 242.
Das Einziehen verlorener Röhren. 243.
Erweiterungswerkzeuge, welche durch Drehen in Bewegung gesetzt werden. 254.
Werkzeug zum Ausreißen der Röhren. 257.
Werkzeuge, mit welchen man die Röhren zerschneidet. 262.
Beispiel einer zerbrochenen und im Bohrloch geneigten Röhre. 268.
Einrichtung der nöthigen Maschinen zum Ausziehen von Röhren. 270.

Achtes Capitel.

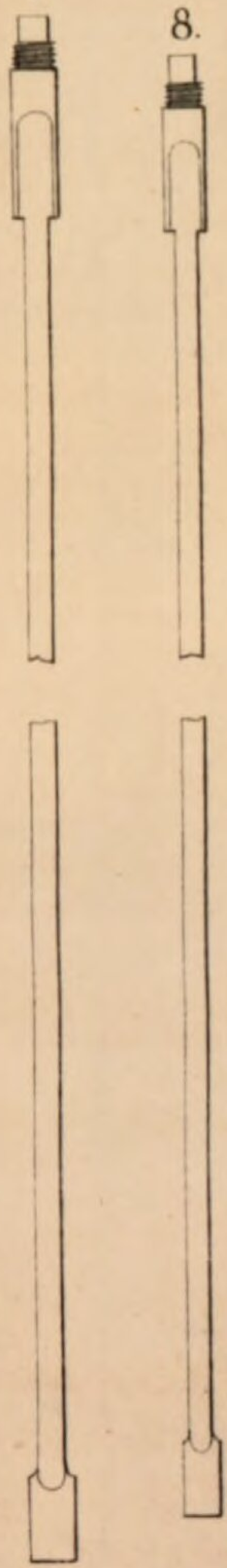
Instrumente zu genauen Bestimmungen. 273.
Nivellements. 274.
Wasserwaage, Canalwage. —
Wasserwaage oder Libelle mit Luftblase. 275.
Libelle des Herrn Burel mit Reflexion, modificirt vom Genie-Commandanten, Herrn Leblanc. 276.
Beschreibung des Instrumentes. —
Berichtigung des Instrumentes. 277.
Das Messen und Verzeichnen der Gefälle. —
Libelle, auf das Spiegelpendel und seine Achse reducirt. 276.
Libelle, welche als Goniometer dient. —
Die Boussole. —
Das Fernrohr. 281.
Das Barometer (Bodeur's Barothermometer).

Neuntes Capitel.

Angabe der Preise, für welche Herr Degousée die zum Abbohren erforderlichen Werkzeuge und Maschinen liefert. 288.

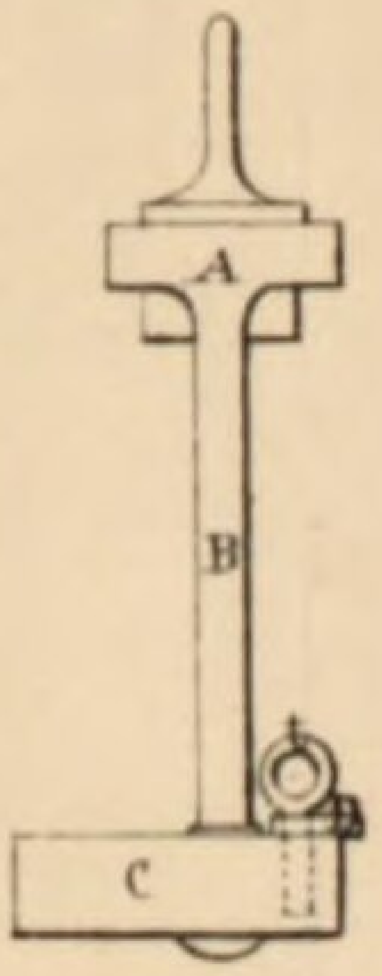
---

7. 8.

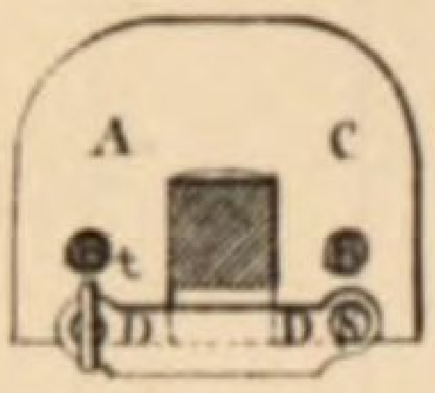


alle Figuren
5 u. 17.

11.



11.



12.

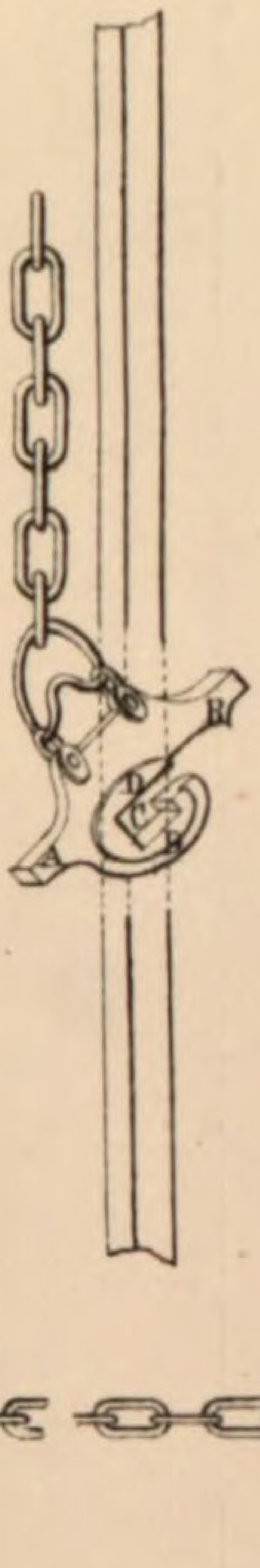
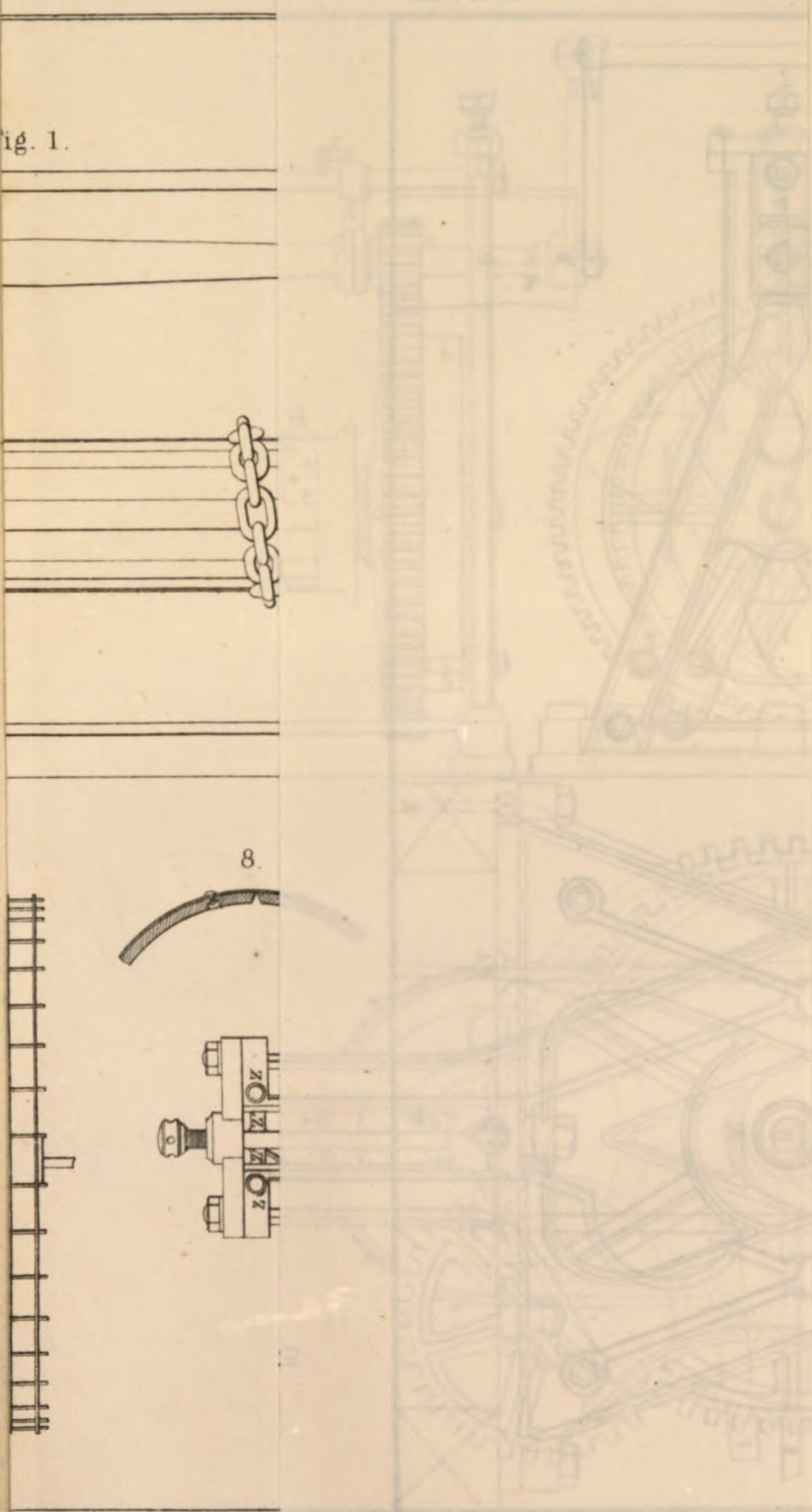
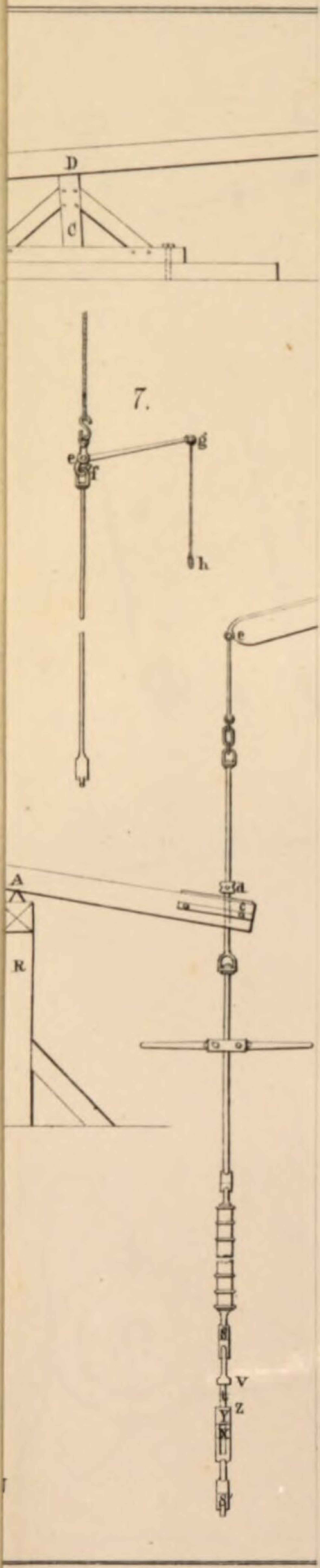




Fig. 1.

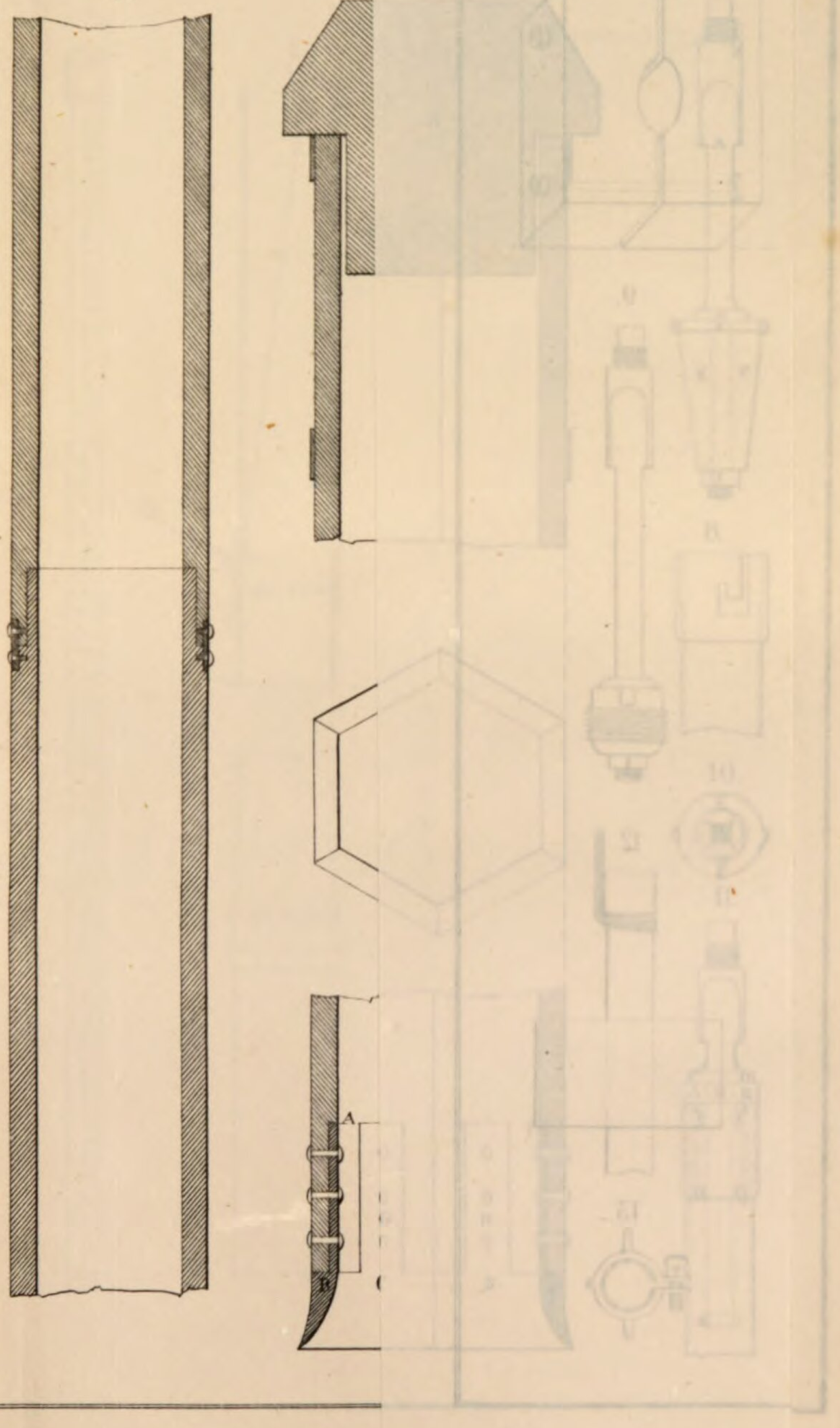
8.



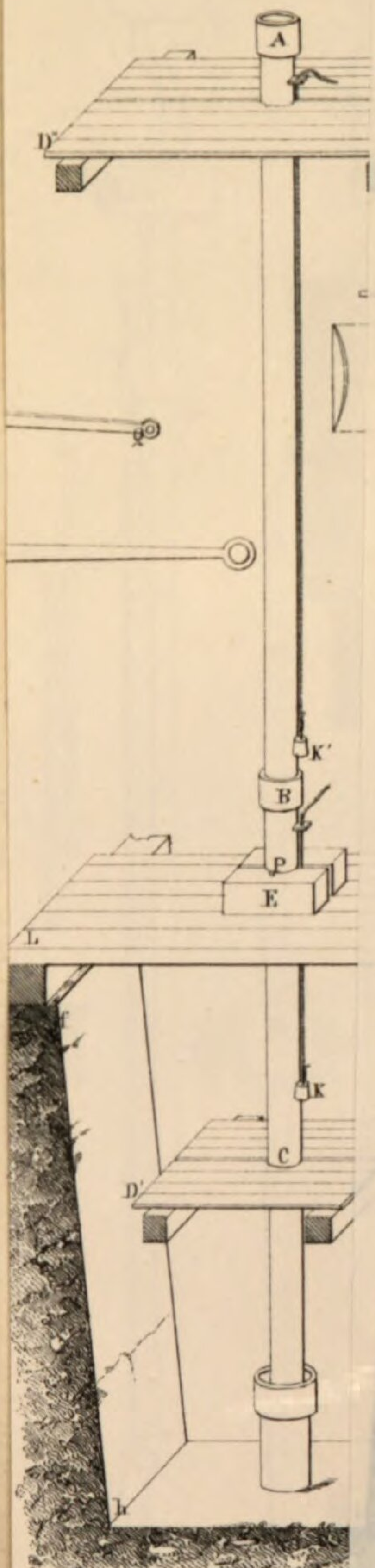


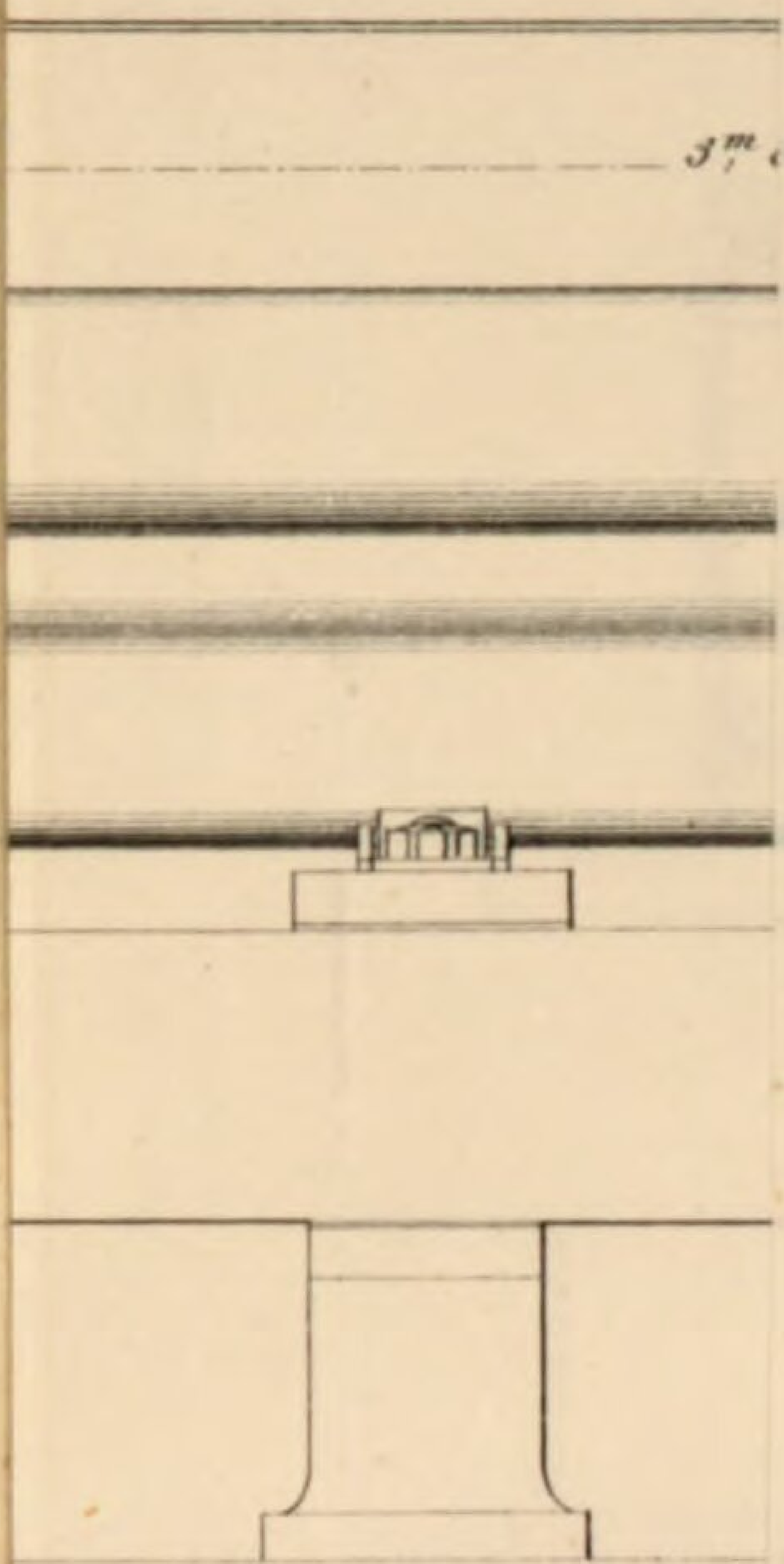
D
C
7.
g
f
h
e
A
R
d
V
Z

4.

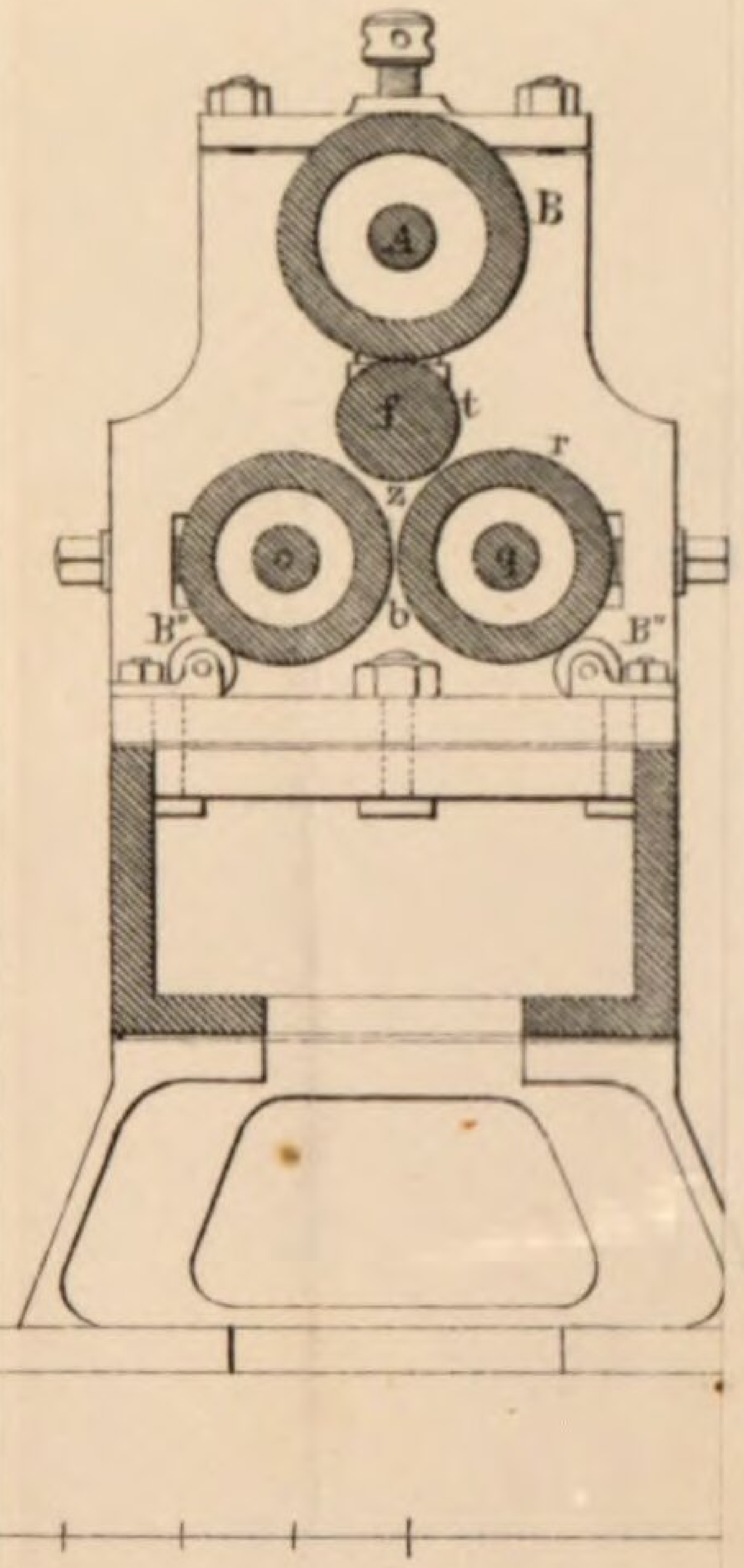


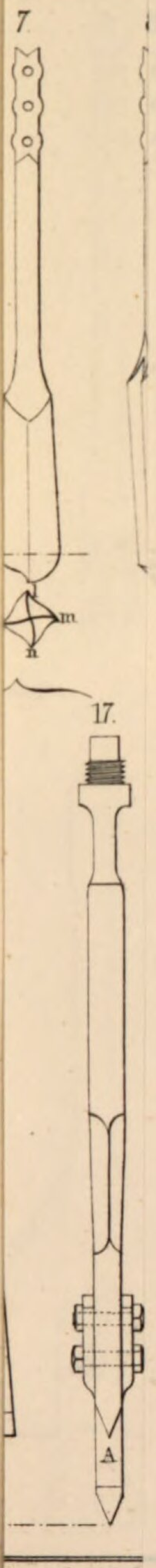
12.

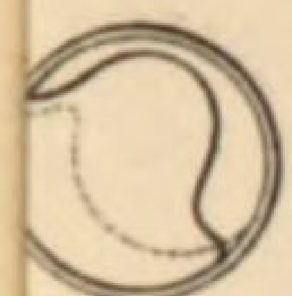




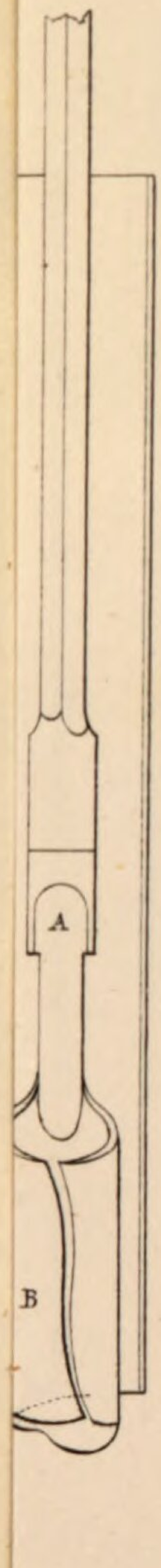
3.




7.
m
n
17.
A



5.

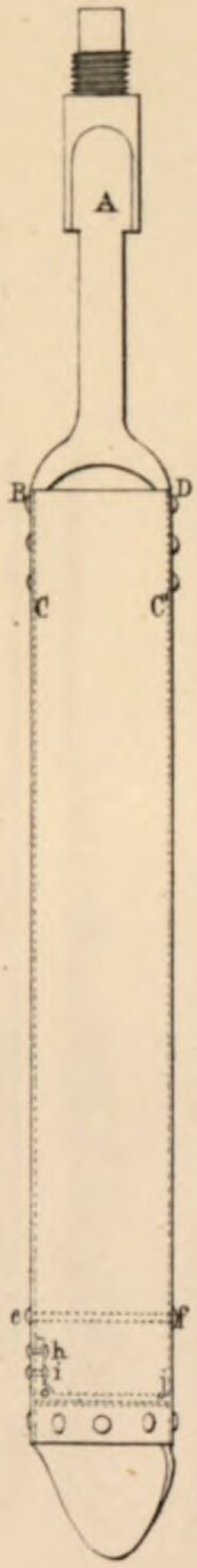


6.

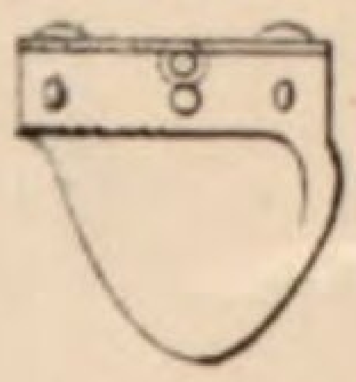




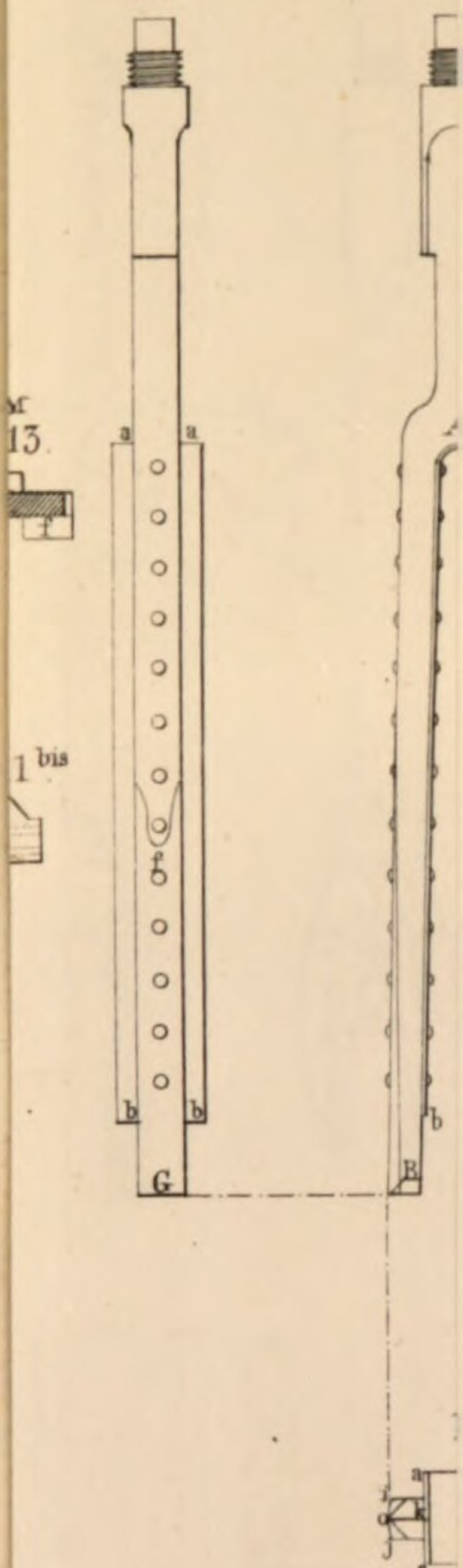
7.



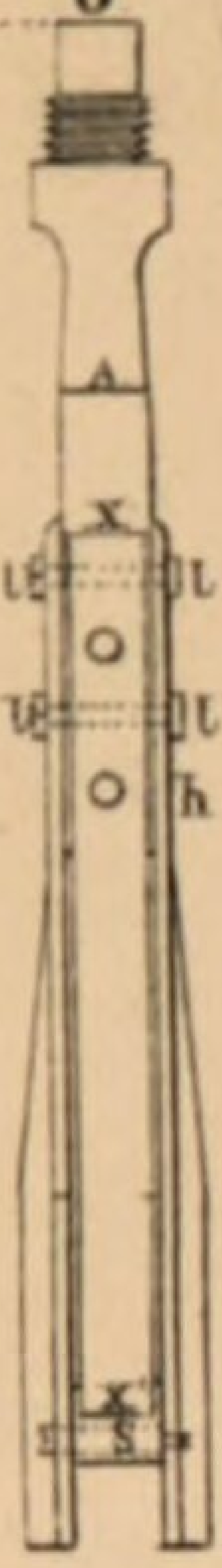
8.



12 bis 13



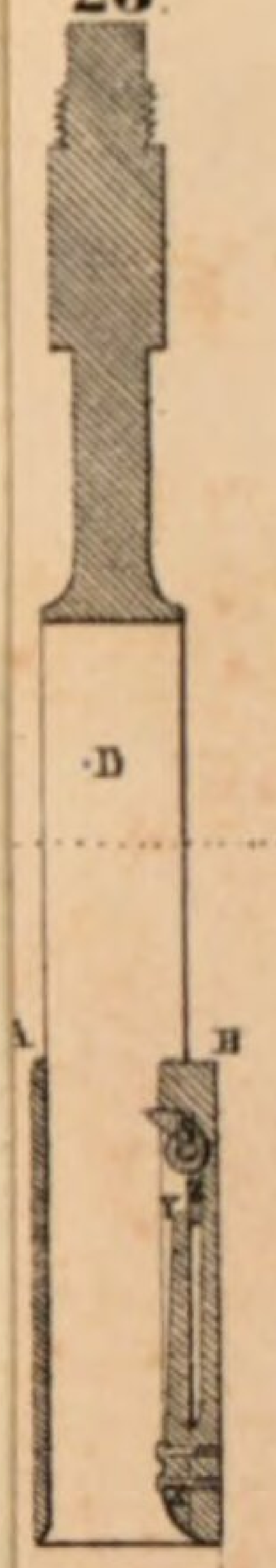
6



7

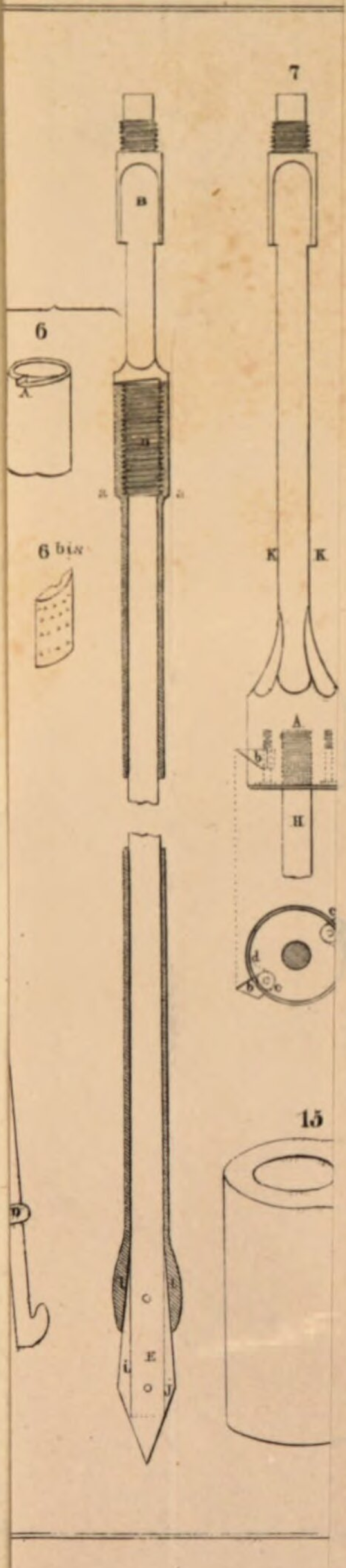


23



24



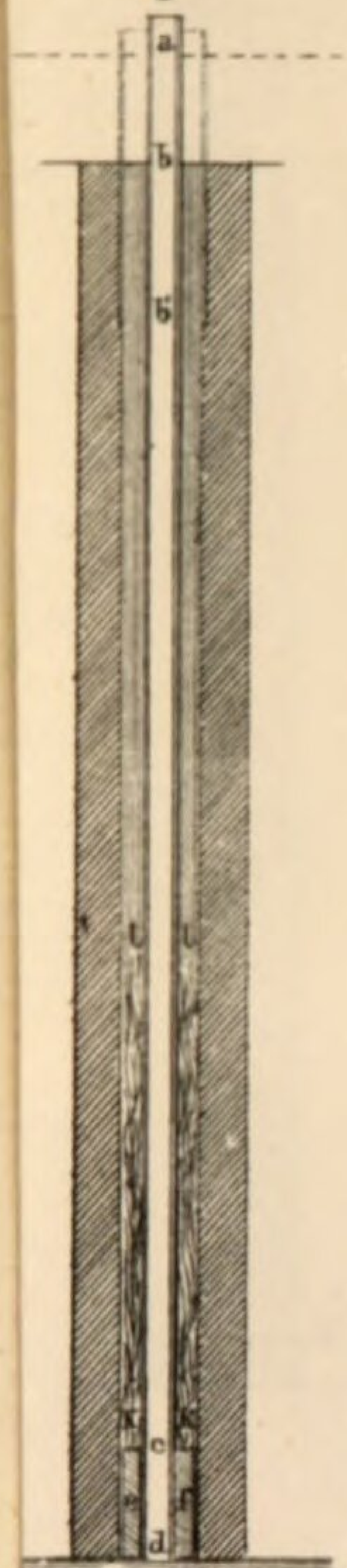

7
6
6 bis
15


6
a
b
c
d
n
n
5
d
a
a'
f

4

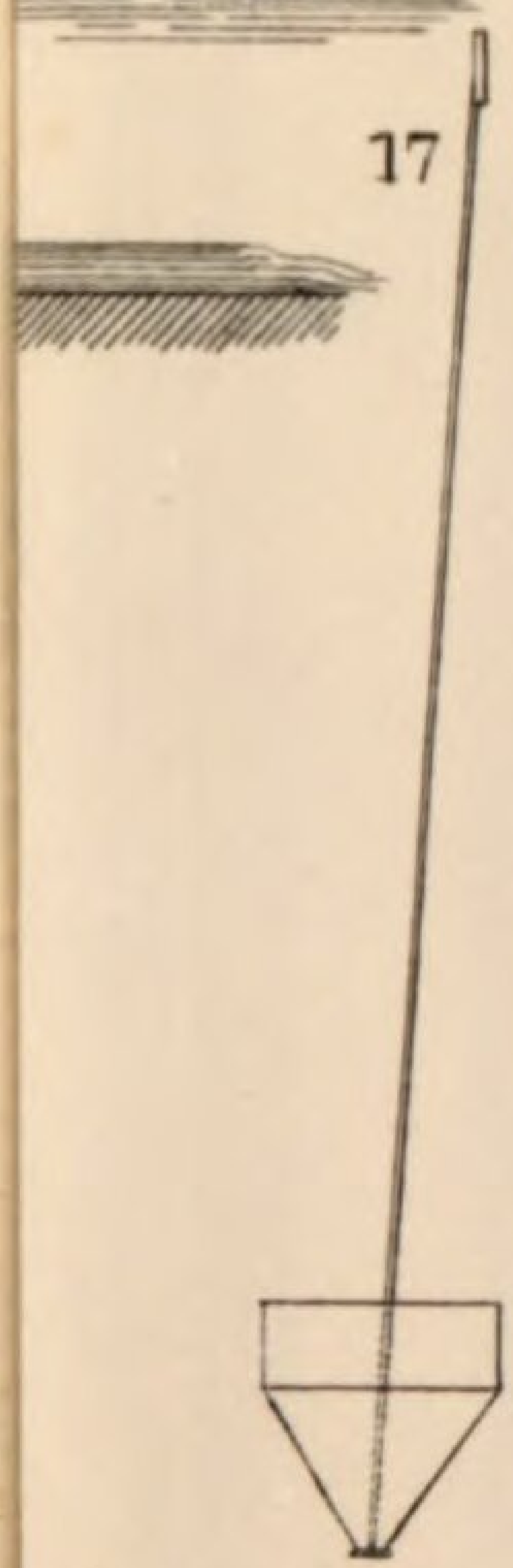


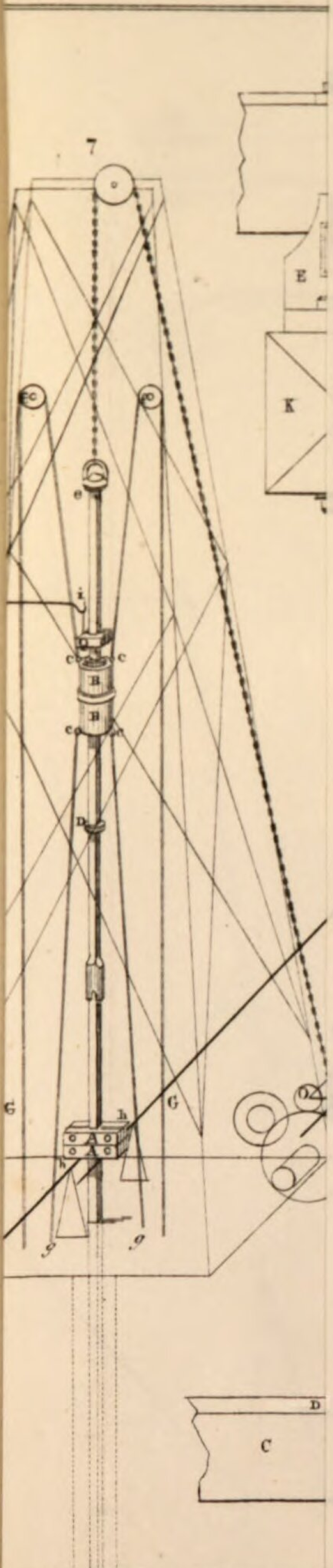
4





17

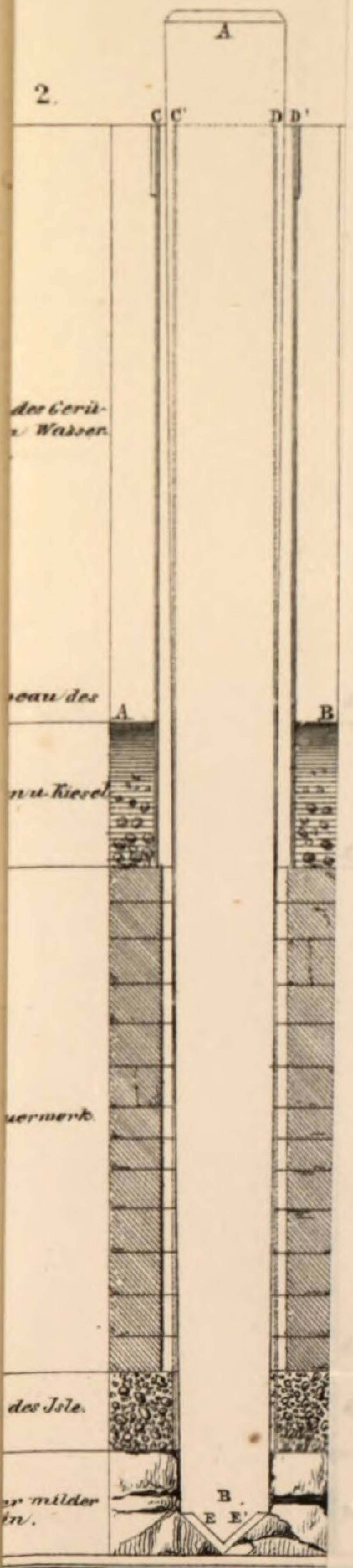




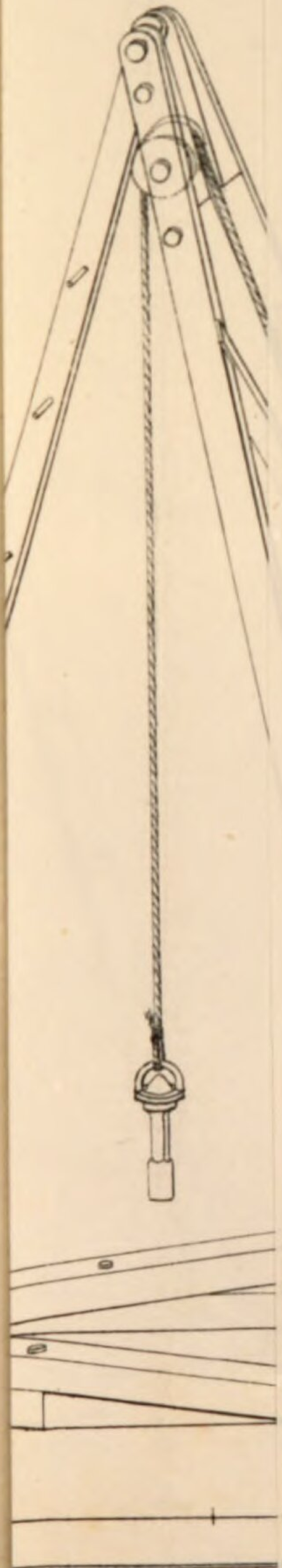
7
E
K
B
B
G
G
C
D

60 Bohrlöcher

2.

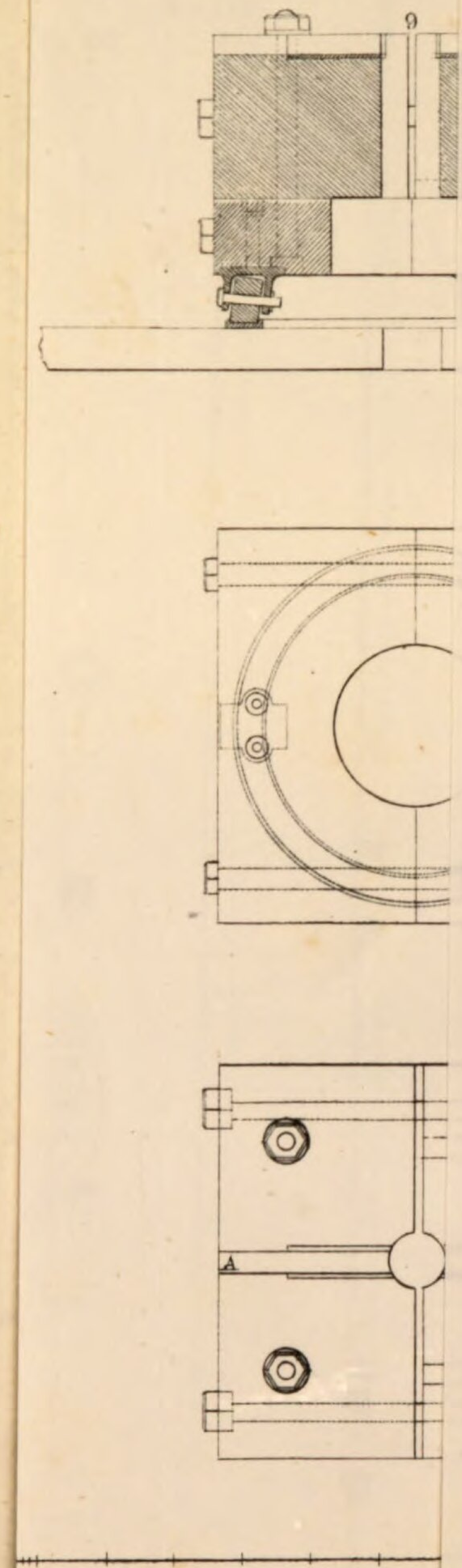


10



6




9
A

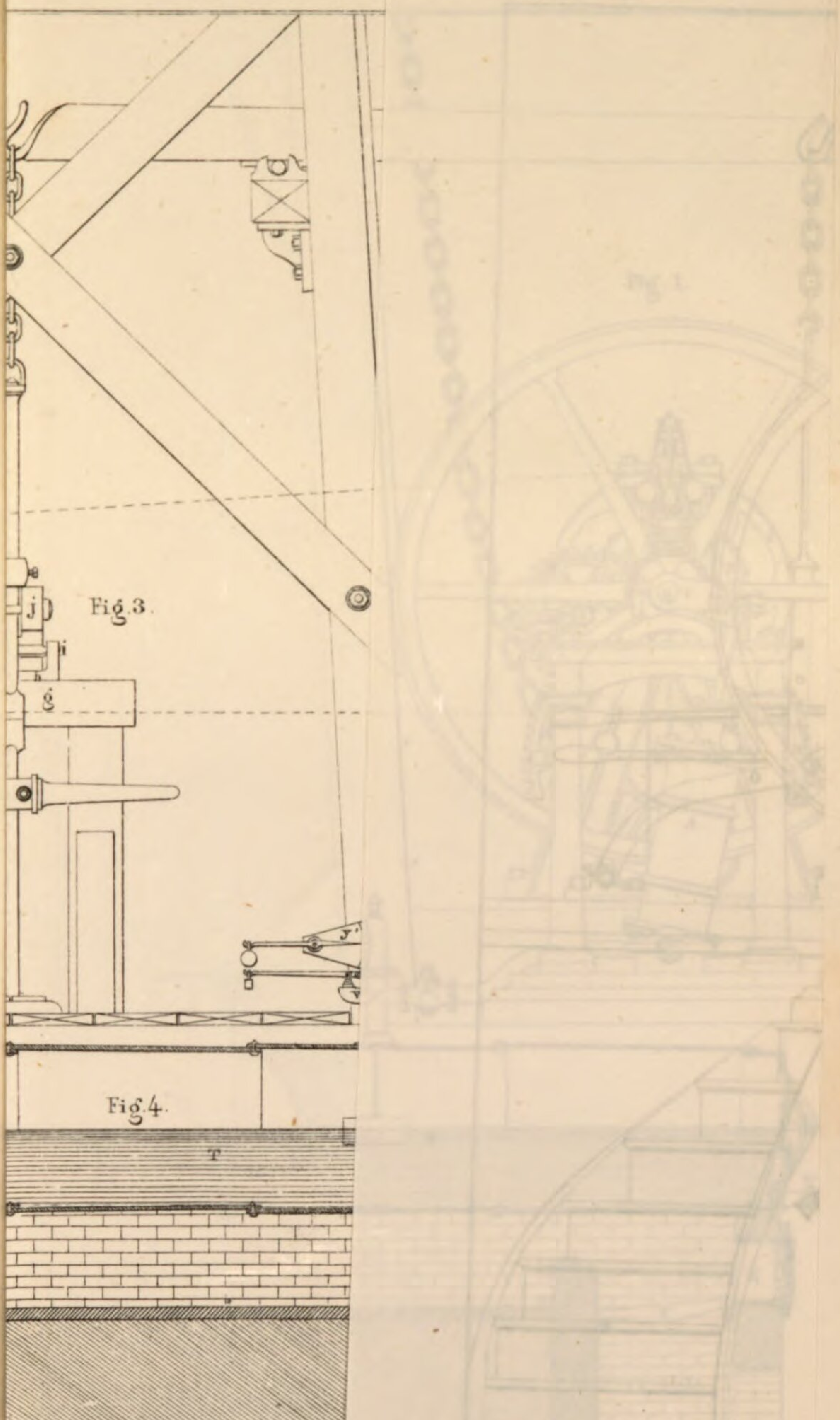
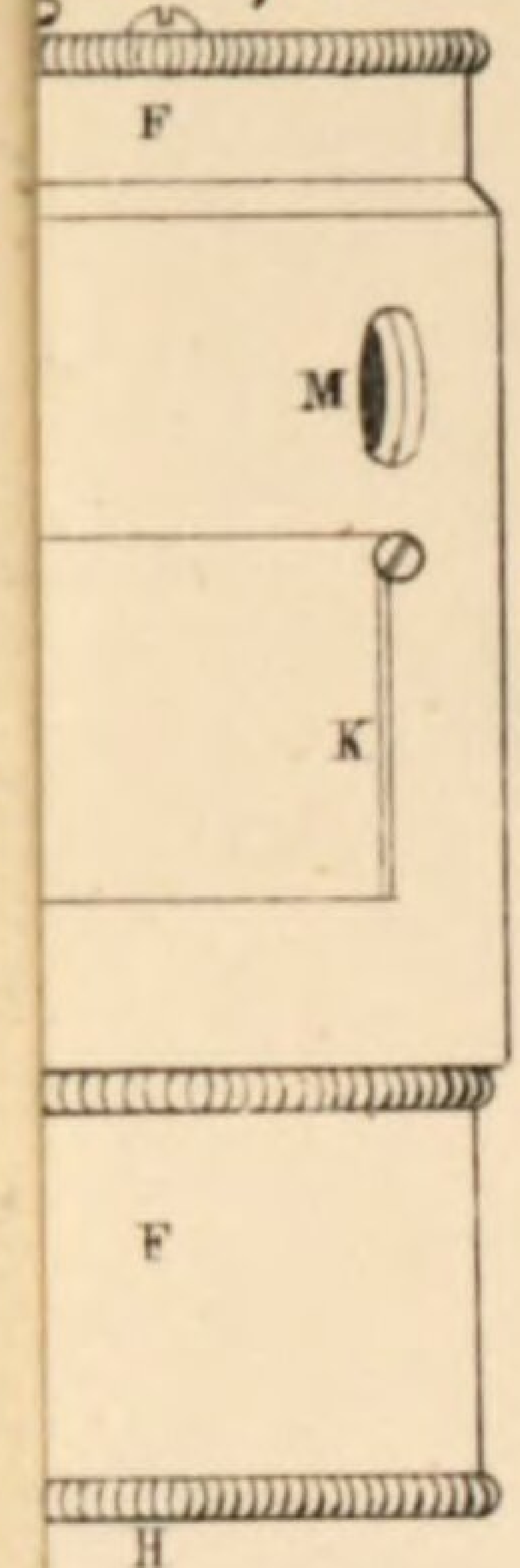


Fig. 3.

Fig. 4.

…2. *Aufriss.*



…ernes Knie
…veau.



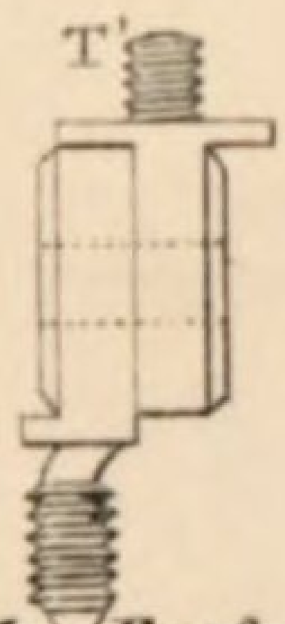


Fig. 5. *Kupfernes Knie zum Ersatz des hölzernen.*

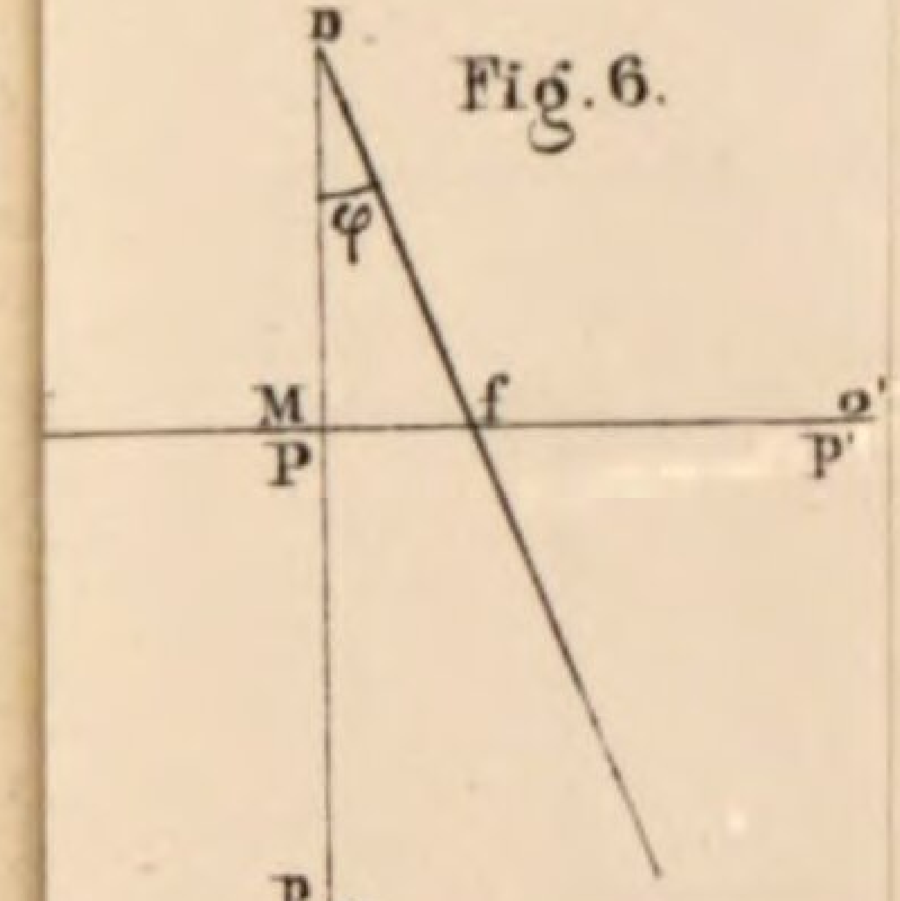
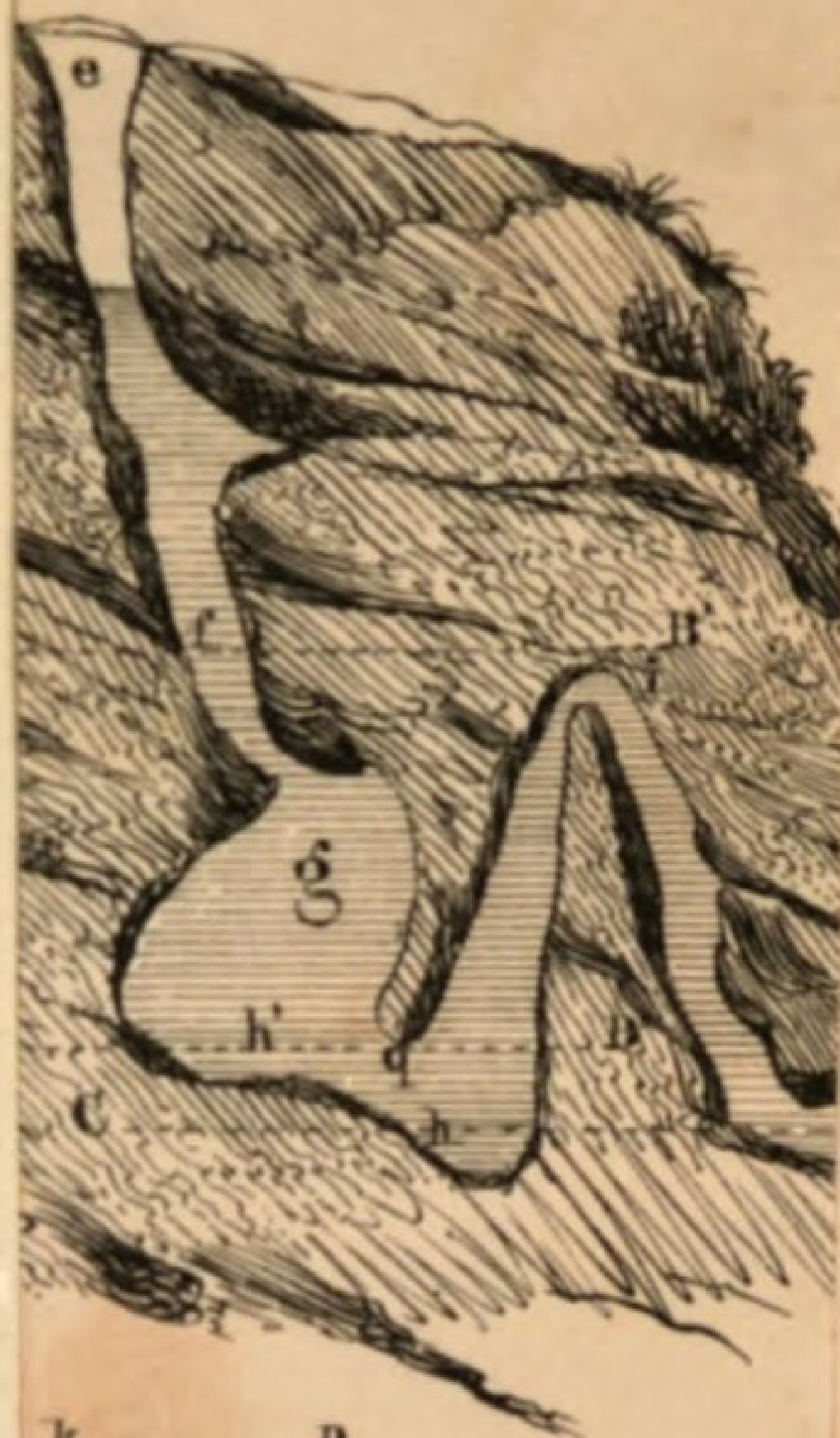


Fig. 6.

Fig. 1.



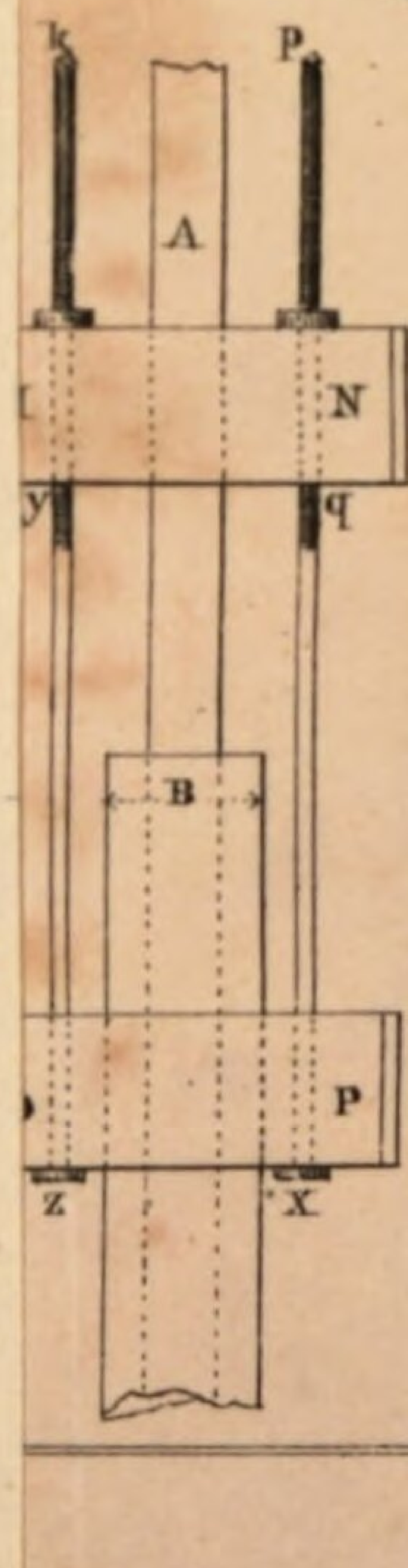


Fig. 2.

Degousée, Joseph Marie Anne,

Die Anwendung des Erd- oder Bergbohrers zur Aufsuchung nützlicher Mineralien, als Bausteine, Kalk, Stein- und Braunkohlen, Steinsalz und dergleichen mit, zum Schürfen oder zur Erforschung der Erzlagerstätten

Quedlinburg 1851

Metall. 150 p
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10293460-9